



TESIS RC-142501

ANALISA PRIORITAS PEMELIHARAAN BANGUNAN PENGENDALI SEDIMEN KALI KONTONG PASCA ERUPSI GUNUNG KELUD 2014

DITA WIDYO PUTRO
3112207812

DOSEN PEMBIMBING :
Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc.
Ir. Theresia Sri Sidharti, MT

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN ASET INFRASTRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



TESIS RC-142501

ANALYSIS OF MAINTENANCE PRIORITY OF SABO FACILITIES IN KONTO RIVER AFTER MOUNT KELUD ERUPTION 2014

**DITA WIDYO PUTRO
3112207812**

**SUPERVISORS :
Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc
Ir. Theresia Sri Sidharti, MT**

**MAGISTER PROGRAM
SPECIALITY MANAGEMENT ASSET INFRASTRUCTURE
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING TECHNOLOGY
SEPULUH NOVEMBER INSTITUT OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2016**

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :

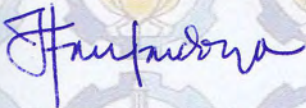
DITA WIDYO PUTRO

NRP. 3112 207 812

Tanggal Ujian : 12 Januari 2016

Periode Wisuda : Maret 2016

Disetujui oleh :



1. Dr. Ir. Wasis Wardovo, M.Sc
NIP. 196109271987011001

(Pembimbing I)



2. Ir. Theresia Sri Sidharti, M.T
NIP. -

(Pembimbing II)



3. Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, M.Sc
NIP. 195401131980101001

(Penguji)



4. Dr. Ir. Edijatno, DEA
NIP. 195203111980031003

(Penguji)

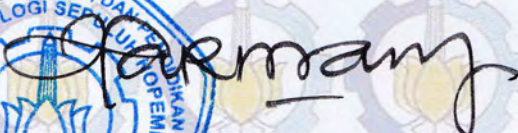


5. Ir. Bahmid Tohary, M.Eng
NIP. -

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,




Prof. Ir. Djahar Manfaat, M.Sc, Ph.D
NIP. 196012021987011001

ANALISA PRIORITAS PEMELIHARAAN BANGUNAN PENGENDALI SEDIMEN KALI KONTA PASCA ERUPSI GUNUNG KELUD 2014

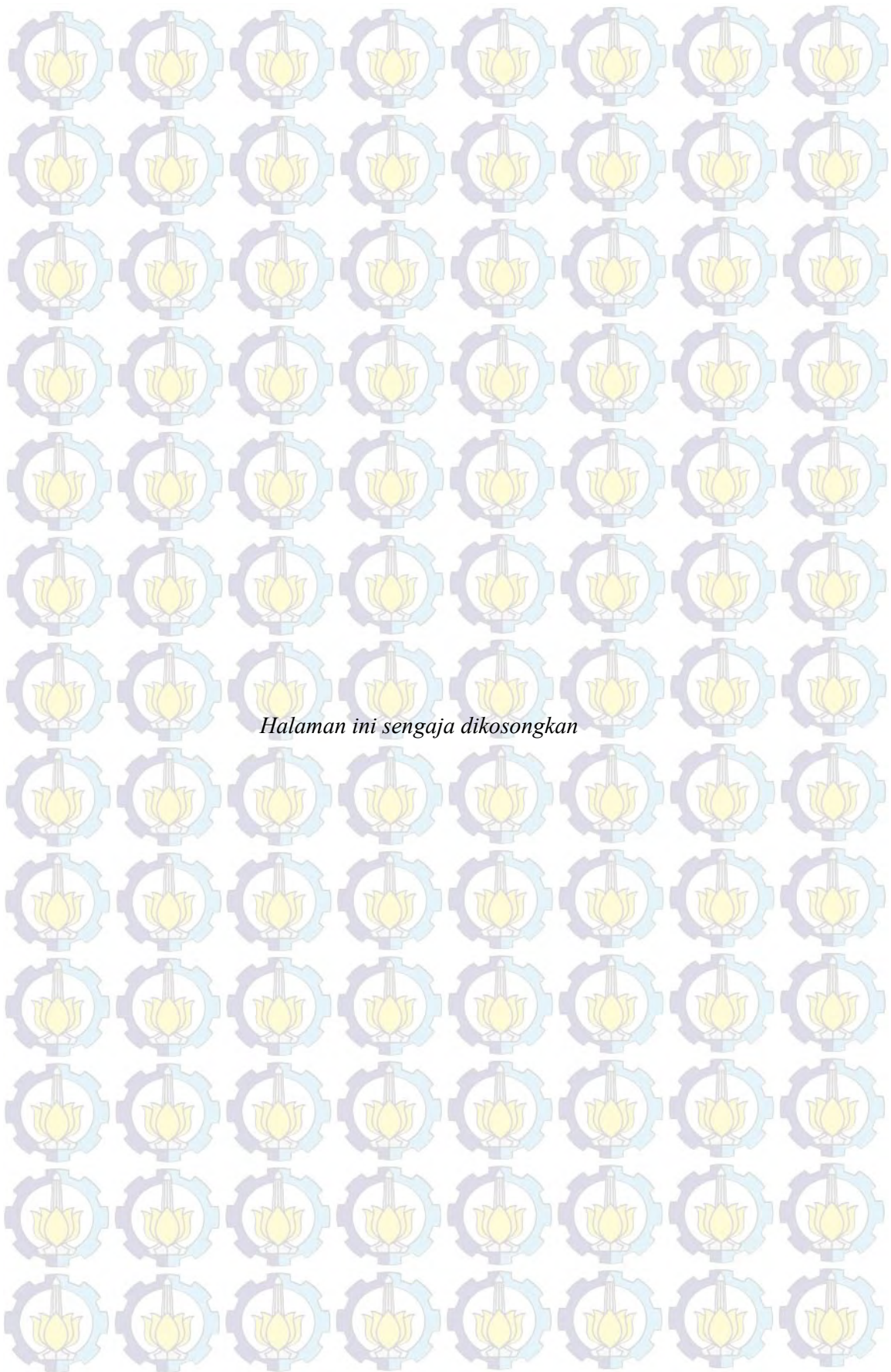
Nama Mahasiswa : Dita Widyo Putro
NRP : 3112207812
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Wasis Wardoyo, Msc
Ir. Theresia Sri Sidharti, MT

ABSTRAK

Sepanjang aliran Kali Konto merupakan daerah lahan irigasi pertanian, banyak bangunan air irigasi yang dibangun termasuk Bangunan Pengendali Sedimen (BPS) yang dilengkapi pintu pengambilan air. Namun bencana lahar dingin yang terjadi pasca letusan Gunung Kelud 2014 membawa material sedimen dan batuan yang menyebabkan kerusakan infrastruktur BPS Kali Konto dan membahayakan penduduk sekitar. Oleh karena itu perlu dilakukan pemeliharaan perbaikan BPS tersebut ke kondisi semula. Permasalahan yang timbul adalah dana yang tersedia tidak mencukupi untuk melakukan semua usaha perbaikan infrastruktur tersebut. Untuk itu perlu dilakukan prioritas BPS yang akan diperbaiki.

Penelitian ini menghitung angkutan sedimen total yang terjadi menggunakan rumus angkutan sedimen kemudian dibandingkan dengan uji sedimen laboratorium. Kemudian dilakukan analisa kondisi struktur BPS, volume tampungan sisa, fungsi perlindungan bangunan di hulu dan potensi pendapatan serta manfaat sosial. Hasil analisa tersebut menjadi inputan reponden dalam kuesioner proses pengambilan keputusan pemeliharaan BPS dengan AHP. Dari kajian didapat dari sebelas BPS hanya lima bangunan yang memiliki pintu pengambilan air irigasi dengan urutan prioritas perbaikan yakni BPS pertama Siman bobot prioritas (0.353), BPS kedua Lemurung bobot prioritas (0.249), BPS ketiga Oro-oro ombo bobot prioritas (0.165), BPS Keempat Damarwulan bobot prioritas (0.151) dan terakhir BPS Badas bobot prioritas (0.082).

Kata kunci: Bangunan Pengendali Sedimen, Prioritas Pemeliharaan, Angkutan Sedimen, AHP.



ANALYSIS OF MAINTENANCE PRIORITY OF SABO FACILITIES IN KONTO RIVER AFTER MOUNT KELUD ERUPTION 2014

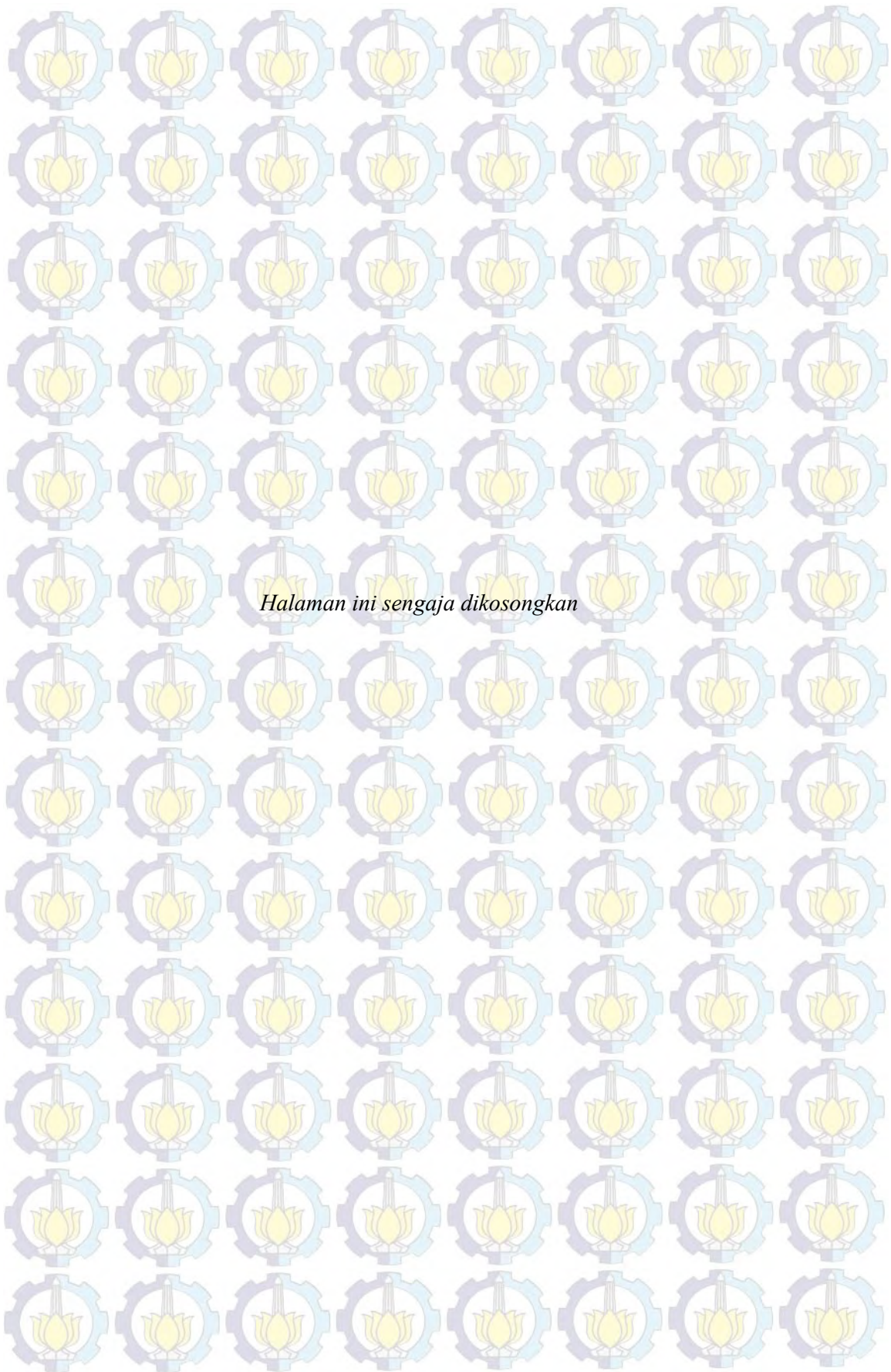
Name : Dita Widyo Putro
NRP : 3112207812
Supervisors : Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc
Ir. Theresia Sri Sidharti, MT

ABSTRACT

Along Kali Konto river is an area of irrigation land farming, many water infrastructures has been build including sabo facility or Bangunan Pengendali Sedimen (BPS) and irrigation weirs. But the cold lava disaster that occurred in 2014 after Mount Kelud eruption cause damage to BPS infrastructures located in Kali Konto and endanger people around it. Therefore it is necessary to repairs all of BPS to its original state. The problem is there no enough funds available to repairs all BPS infrastructure. That is why priority maintenance should be done to guide the government agency to choose which BPS should be repaired first.

This study calculates the total sediment transport occurs using sediment transport formula then compared with the sediment testing laboratory. Then analyzed the condition of BPS's structure , sediment storage capacity and revenue potential as well as social benefits. And last the priority effor using Analytic Hierarchy Process using questionnaire that completed by respondent. From the study could btained that eleven BPS only five buildings that has irrigation intake and the list of which BPS should be repaired first is :The First BPS Siman condition (36.92%), The second BPS Lemurung (63.33%), the third BPS Oro-oro Ombo condition (84%), the fourth BPS Damarwulan (90.4%) and the last BPS Badas (90%).

Keywords : Sabo Facility, Maintenance priority, Analytic Hierarchy Process, Sediment Transport.



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada Program Pascasarjana Bidang Keahlian Manajemen Aset Infrastruktur, Jurusan Teknik Sipil, FTSP – ITS Surabaya.

Dalam proses penyusunan dan penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk peran dan jasa mereka yang sangat berarti bagi penulis, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Kedua Orang tua ku, (alm) papa dan mama atas segala cinta dan doa serta semangat yang diberikan.
2. Istriku Deandra atas perhatian dan semangatnya selama ini.
3. Bapak Dr.Ir Wasis Wardoyo, Msc dan Ibu Ir.Theresia Sri Sidharti, MT selaku dosen pembimbing. Terima kasih atas waktu, nasehat dan arahan selama proses pengerjaan tesis
4. Tim dosen penguji atas segala saran dan koreksinya.
5. Kepala Pusat Pendidikan dan Pelatihan (PUSDIKLAT) Kementerian Pekerjaan Umum yang telah memberikan beasiswa dan mendukung administrasi untuk mengikuti pendidikan Program Magister Bidang Keahlian Manajemen Aset Infrastruktur, Jurusan Teknik Sipil, FTSP ITS Surabaya.
6. Dosen dan seluruh staf sekretariat Program Pasca Sarjana Jurusan Teknik Sipil, FTSP ITS Surabaya atas dukungan dan kerjasamanya.
7. Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tempat penulis bekerja dan menyusun tesis.
8. Rekan-rekan Manajemen Aset Infrastruktur 2013 untuk persaudaraan dan kebersamaannya.

9. Semua pihak yang telah banyak membantu dan tidak penulis sebutkan satu persatu.

Besar harapan penulis agar tesis ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritikan dan saran sangat diharapkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya yang lebih baik.

Surabaya, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

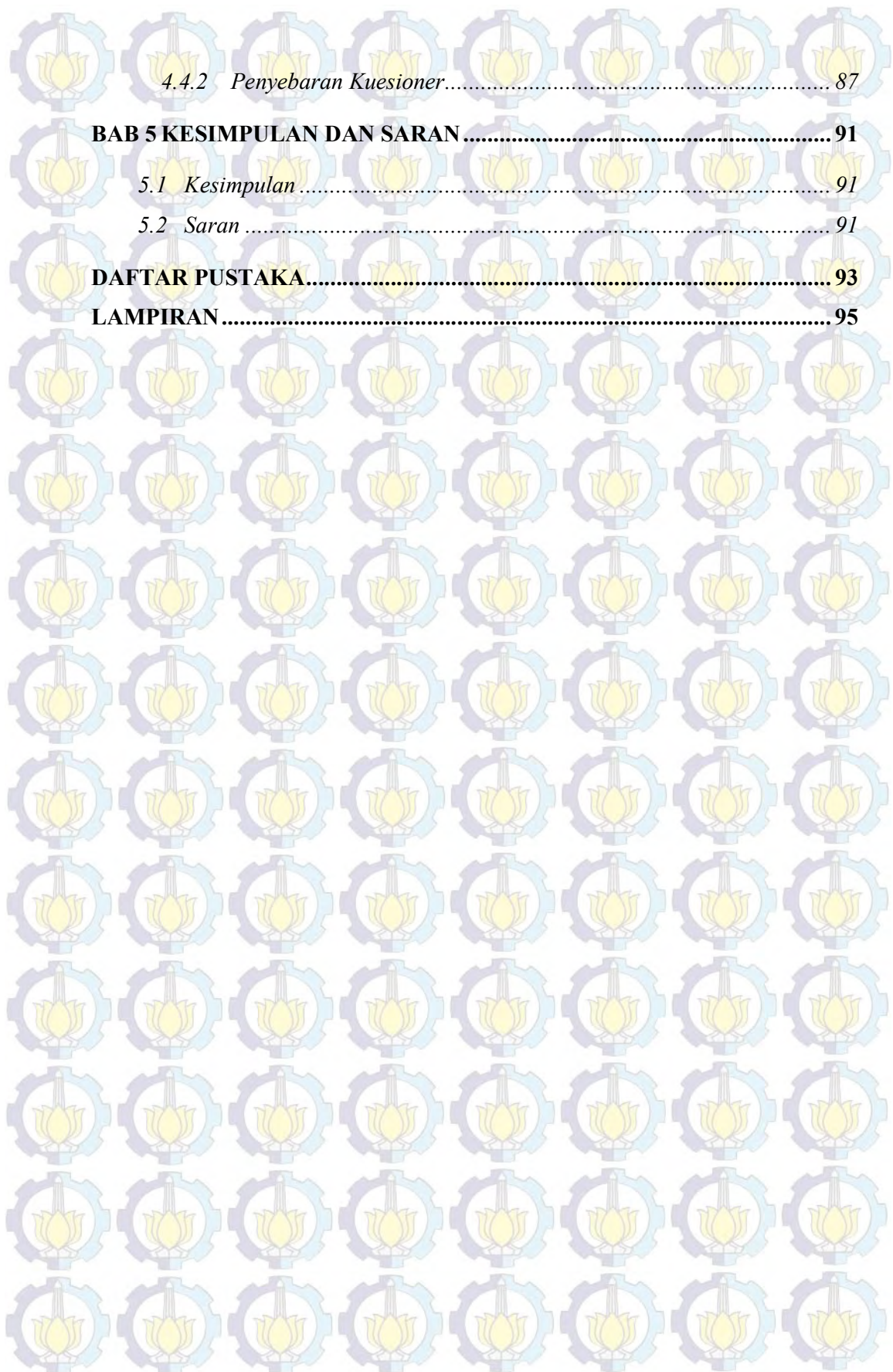
| | |
|---|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN..... | I |
| ABSTRAK | III |
| ABSTRACT | V |
| KATA PENGANTAR..... | VII |
| DAFTAR ISI..... | IX |
| DAFTAR GAMBAR..... | XIII |
| DAFTAR TABEL | XV |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 5 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 5 |
| 1.5 Batasan Penelitian | 6 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 6 |
| BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI..... | 7 |
| 2.1 Aset dan Manajemen Aset..... | 7 |
| 2.2 Bangunan Pengendali Sedimen | 9 |
| 2.2.1 Sabo | 9 |
| 2.2.2 Fungsi Bangunan Pengendali Sedimen..... | 10 |
| 2.2.3 Jenis Bangunan Pengendali Sedimen..... | 11 |
| 2.2.4 Kerusakan Bangunan Pengendali Sedimen..... | 14 |
| 2.2.5 Pemeliharaan Bangunan Pengendali Sedimen..... | 17 |
| 2.3 Sedimentasi..... | 19 |
| 2.3.1 Angkutan Sedimen..... | 20 |
| 2.3.2 Persamaan Angkutan Sedimen..... | 24 |
| 2.4 Analytic Hierarchy Process..... | 26 |
| 2.5 Populasi, Sampel dan Metode Sampling..... | 29 |
| 2.5 Penelitian Terdahulu..... | 30 |

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN33

| | |
|---|----|
| 3.1 Metode Penelitian..... | 33 |
| 3.2 Tahap Penelitian..... | 33 |
| 3.3 Populasi Sampel..... | 34 |
| 3.4 Kerangka Penelitian..... | 35 |
| 3.5 Pengumpulan Data..... | 35 |
| 3.5.1 Data Primer..... | 35 |
| 3.6 Analisa dan Pengolahan Data..... | 36 |
| 3.6.1 Inventarisasi Bangunan Pengendali Sedimen..... | 36 |
| 3.6.2 Analisa Kondisi Struktur Bangunan Pengendali Sedimen..... | 36 |
| 3.6.3 Analisa Angkutan Sedimen..... | 36 |
| 3.6.4 Analisa Potensi Kerugian..... | 37 |
| 3.6.5 Analisa Prioritas pemeliharaan..... | 37 |
| 3.7 Bagan Alir Penelitian..... | 38 |

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN41

| | |
|---|----|
| 4.1 Gambaran Umum..... | 41 |
| 4.1.1 Keadaan Biofisik..... | 41 |
| 4.1.2 Demografi..... | 41 |
| 4.1.3 Penggunaan lahan..... | 42 |
| 4.1.4 Kondisi Lingkungan..... | 42 |
| 4.2 Inventarisasi Bangunan Pengendali Sedimen Kali Konto..... | 42 |
| 4.2 Analisa Kondisi Bangunan Pengendali Sedimen..... | 44 |
| 4.2.1 Kondisi struktur bangunan pengendali sedimen..... | 45 |
| 4.2.2 Volume Tampungan..... | 73 |
| 4.3 Analisa Angkutan Sedimen..... | 74 |
| 4.3.1 Kemiringan sungai rata-rata..... | 76 |
| 4.3.2 Metode Yang's..... | 76 |
| 4.3.3 Metode Engelund and Hansen..... | 78 |
| 4.3.4 Metode Shen and Hung..... | 79 |
| 4.4 Analisa Potensi Pendapatan..... | 80 |
| 4.4.1 Hirarki Prioritas Pemeliharaan BPS..... | 86 |



| | | |
|-------|-----------------------------------|----|
| 4.4.2 | <i>Penyebaran Kuesioner</i> | 87 |
|-------|-----------------------------------|----|

| | |
|---|-----------|
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 91 |
|---|-----------|

| | | |
|-----|-------------------------|----|
| 5.1 | <i>Kesimpulan</i> | 91 |
|-----|-------------------------|----|

| | | |
|-----|--------------------|----|
| 5.2 | <i>Saran</i> | 91 |
|-----|--------------------|----|

| | |
|-----------------------------|-----------|
| DAFTAR PUSTAKA | 93 |
|-----------------------------|-----------|

| | |
|-----------------------|-----------|
| LAMPIRAN | 95 |
|-----------------------|-----------|

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 BPS Siman mengalami kerusakan..... | 3 |
| Gambar 1.2Tata Guna Lahan Das Konto..... | 4 |
| Gambar 2.1 Siklus Managemen Aset | 8 |
| Gambar 2.2Perbedaan Bangunan Sabo dan Bendung | 9 |
| Gambar 2.3Bagian struktur Sabo | 10 |
| Gambar 2.4Check Dam VIII Kali Lekso | 11 |
| Gambar 2.5Kantong Lahar I Kali Konto | 12 |
| Gambar 2.6Groundshill dan Girdle | 13 |
| Gambar 2.7 Hubungan Fungsi antar bagian bangunan..... | 16 |
| Gambar 2.8Hubungan ukuran diameter partikel dan kecepatan jatuh..... | 23 |
| Gambar 2.9Diagram Shields | 24 |
| Gambar 2.10 Hirarki AHP | 27 |
| Gambar 3.1Bagan Alir Penelitian..... | 39 |
| Gambar 4.1Lokasi Bangunan Pengendali Sedimen Kali Konto | 43 |
| Gambar 4.2 BPS Kali Konto dengan Pintu irigasi | 44 |
| Gambar 4.3 Form observasi komponen BPS | 46 |
| Gambar 4.4 Kondisi jalan masuk BPS Siman..... | 47 |
| Gambar 4.5 Kondisi sedimentasi ruas sungai BPS Siman..... | 48 |
| Gambar 4.6 Penambangan pasir di BPS Siman | 49 |
| Gambar 4.7 Bagian kiri tubuh BPS Siman patah hancur..... | 50 |
| Gambar 4.8 Dinding apron sebelah kanan..... | 51 |
| Gambar 4.9 BPS Siman dari dilihat dari hilir | 52 |
| Gambar 4.10 Kondisi jalan masuk BPS Lemurung..... | 53 |
| Gambar 4.11 BPS Lemurung ditumbuhi rumput semak belukar | 54 |
| Gambar 4.12 Sedimentasi di hulu BPS Siman..... | 55 |
| Gambar 4.13 Abrasi di tubuh BPS Lemurung | 56 |
| Gambar 4.14 kerusakan pada aprondan subdam BPS Lemurung | 57 |
| Gambar 4.15 Sedimentasi dan penambangan pasir di BPS Damarwulan | 60 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.16 Abrasi di BPS Damarwulan | 61 |
| Gambar 4.17 BPS Oro-oro ombo berfungsi sebagai jembatan desa | 64 |
| Gambar 4.18 Penambangan pasir di BPS Oro-oro ombo | 65 |
| Gambar 4.19 Gerusan di dasar dinding apron BPS Oro-oro ombo | 66 |
| Gambar 4.20 Dinding pelindung subdam runtuh | 67 |
| Gambar 4.21 Kondisi jalan masuk BPS Badas | 69 |
| Gambar 4.22 Pintu air irigasi BPS Badas | 69 |
| Gambar 4.23 Penambangan pasir di BPS Badas | 70 |
| Gambar 4.24 Penampakan hilir BPS Badas | 73 |
| Gambar 4.25 Lokasi penelitian data sekunder | 75 |
| Gambar 4.26 asumsi bentuk penampang | 76 |
| Gambar 4.27 Perbandingan hasil konsentrasi sedimen..... | 80 |
| Gambar 4.28 Model hirarki penentuan prioritas pemeliharaan BPS Kali Konto.. | 87 |
| Gambar 4.29 Pembobotan level kriteria..... | 88 |
| Gambar 4.30 Pembobotan level alternatif..... | 89 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Klasifikasi Kerusakan Sabo Oleh Fujita | 14 |
| Tabel 2.2 Klasifikasi Kerusakan oleh Kementerian Pekerjaan Umum | 15 |
| Tabel 2.3 Klasifikasi diameter sedimen AGU | 21 |
| Tabel 2.4 Viskositas Kinematik air | 23 |
| Tabel 2.5 Skor Penilaian AHP | 28 |
| Tabel 2.6 Kriteria Pemeliharaan BPS | 31 |
| Tabel 4.1 Daftar Inventaris BPS | 43 |
| Tabel 4.2 Data teknis BPS Siman | 47 |
| Tabel 4.3 Data teknis BPS Lemurung | 52 |
| Tabel 4.4 Data teknis BPS Damarwulan | 58 |
| Tabel 4.5 Data teknis BPS Oro-oro Ombo | 63 |
| Tabel 4.6 Data teknis BPS Badas | 68 |
| Tabel 4.7 Sisa kapasitas tampung BPS | 74 |
| Tabel 4.8 Data teknis perhitungan angkutan sedimen | 76 |
| Tabel 4.9 Hasil analisa keuntungan | 80 |
| Tabel 4.10 Analisa usaha tani padi Kabupaten Kediri | 81 |
| Tabel 4.11 Kerusakan berdasar klasifikasi fujita | 84 |
| Tabel 4.12 Nilai kondisi struktur BPS | 84 |
| Tabel 4.13 Volume angkutan sedimen total | 85 |
| Tabel 4.14 Umur layanan BPS | 86 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah satu negara yang terletak pada jalur gunung api lingkaran pasifik dan lintas asia. Sebanyak 129 buah gunung api berada di wilayah Indonesia yang sekaligus merupakan negara dengan jumlah gunung api terbanyak di dunia (17% dari total dunia).

Letusan gunungapi dengan aliran *piroklastik* yaitu hasil letusan gunung api yang bergerak turun dengan cepat dan terdiri dari gas panas, abu vulkanik dan bebatuan dengan kecepatan mampu mencapai 700km/jam dan temperatur di atas 1000 derajat celsius (wikipedia,2013) seringkali menimbulkan bencana terhadap manusia, kerusakan lahan dan infrastruktur. Jutaan meter kubik endapan *piroklastik* yang masih belum stabil tersebar di puncak, lereng gunung, maupun dasar sungai pada saat terjadi letusan. Dengan kondisi topografi yang ada Indonesia memiliki iklim dengan curah hujan yang tinggi, apabila terjadi hujan dengan intensitas dan akumulasi yang cukup tinggi, material ini dengan mudah berubah menjadi aliran lahar hujan. Aliran lahar hujan memiliki daya rusak yang tinggi terhadap penduduk serta lingkungan sekitarnya.

Gunung Kelud terletak di perbatasan Kabupaten Kediri, Blitar dan Malang secara geografis tepatnya berada di 7° 56' Lintang Selatan dan 112° 18' dan 30" bujur timur merupakan gunung berapi dengan tipe *strato* (gunung berapi yang tinggi dan berbentuk kerucut terdiri atas lava dan abu vulkanik yang mengeras) dan masih aktif hingga saat ini. Dengan ketinggian mencapai 1.731 diatas permukaan laut.

Bencana lahar dingin atau sedimen sering terjadi di daerah Kabupaten Kediri dan Blitar, hal ini disebabkan endapan material piroklastik di lereng Gunung Kelud yang terbawa air hujan kemudian turun terbawa aliran sungai-sungai yang berhulu di Gunung Kelud. Material yang telah bercampur dengan air hujan ini memiliki berat jenis lebih besar daripada air sehingga tentu memiliki daya rusak yang hebat terhadap sekitarnya. Untuk mengatasi kemungkinan

bencana yang timbul akibat aliran lahar dingin ini maka dibangunlah Bangunan Pengendali Sedimen (BPS). Bangunan Pengendali Sedimen adalah suatu teknologi berupa bangunan yang dapat dibuat, dioperasikan, dan dipelihara secara mudah, praktis berfungsi untuk mengendalikan muatan sedimen yang terdapat pada alur sungai (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

Salah satu jalur yang dilalui aliran sedimen Gunung Kelud adalah melalui Kali Kontoberhulu di Gunung Anjasmoro dan Argowayan aliran Kali Konto mengalir dari daerah batu turun ke pujon lalu ke ngantang. Disini Kali Konto dibendung pada suatu waduk yang bernama Selorejo. Dalam perjalanan menuju hilir di sungai Brantas, Kali Konto mendapat tambahan debit aliran air dari sungai Namba'an, Nogo dan Sambong.. Banyaknya bangunan pengairan di sepanjang aliran Kali Konto seperti PLTA Mandalan, PLTA Siman siphon Lemurung, siphon Prayungan serta bendung-bendung irigasi merupakan indikator bahwa kontinuitas aliran air Kali Konto mengalir sepanjang tahun.

Pada tanggal 13 Februari 2014 Gunung Kelud mengalami Erupsi setelah terakhir terjadi pada 2007 silam. Sebaran material hasil erupsi menurut Pusat Vulkanologi Mitigasi dan Geologi (PVMBG) sebesar 100 juta - 120 juta meter dan berada di lereng puncak Gunung Kelud berpotensi menjadi banjir lahar dingin apabila terjadi hujan intensitas tinggi dengan daya rusak yang sangat tinggi.

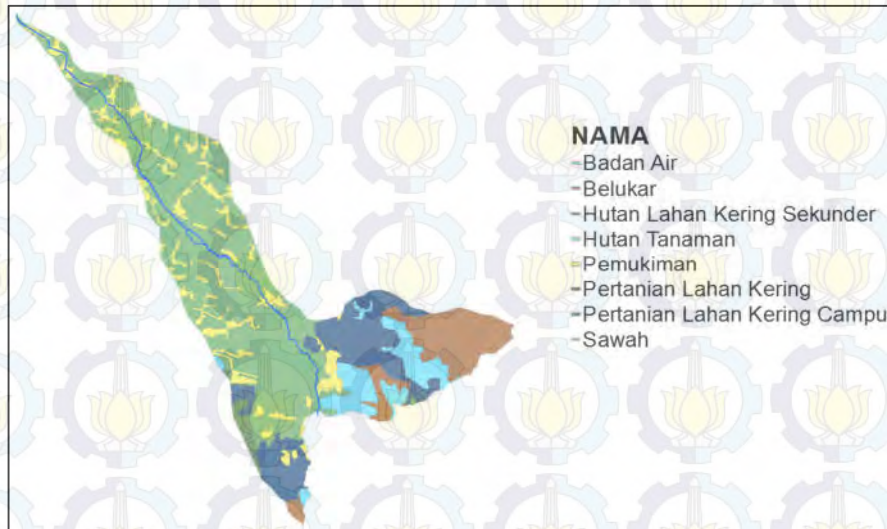
Terbukti banjir lahar pertama terjadi berselang 5 hari setelah letusan pertama pada tanggal 18 Februari 2014 di Kali Konto dimana debit banjir yang terpantau di *peilschale*BPS Siman mencapai 850 m³/detik yang mengakibatkan beberapa bangunan infrastruktur yang rusak diantaranya fasilitas bangunan sabo pada aliran Kali Konto seperti Kantong Lahar I Kali Konto(Badas) terisi penuh material sedimen lahar dingin, Bangunan Pengendali Sedimen SimanGambar 1.1dan Bangunan Pengendali Sedimen Lemurung rusak parah, beberapa infrastruktur seperti jembatan,jaringan irigasi mengalami kerusakan dimana semua infrastruktur tersebut berada di wilayah administrasi Pemerintah Daerah Tingkat II Kabupaten Kediri. Kerusakan umumnya disebabkan banjir lahar dingin dengan tingkat konsentrasi sedimen yang tinggi dan membawa batu-batu berbagai ukuran dari hulu kearah hilir yang merusak struktur bangunan sungai yang ada akibat benturan.

Sepanjang aliran Kali Konto di dominasi dengan lahan irigasi pertanian utamanya lahan sawah Gambar 1.2 kemudian lahan pemukiman. Oleh karena itu beberapa Bangunan Pengendali Sedimen (BPS) Kali Konto memiliki pintu pengambilan air (intake) untuk keperluan irigasi. Letusan saat itu juga menimbulkan bencana di sektor pertanian yakni hancurnya beberapa bangunan pengambilan air irigasi di sepanjang Kali Konto dan masuknya material hasil letusan ke jaringan irigasi sehingga menyebabkan proses penyaluran air ke lahan/petak irigasi terganggu. Selain Kerusakan infrastruktur yang diakibatkan material letusan wilayah Kabupaten Kediri juga mengalami kerugian sebagai dampak tidak langsung material letusan yakni kegagalan panen di areal lahan yang terganggu proses irigasi air nya.



Gambar 1.1 BPS Siman mengalami kerusakan
Sumber : BBWS Brantas, 2014

Pada gambar di atas terlihat tubuh bangunan pengendali sedimen (BPS) Siman patah tau hancur diterjang banjir sedimen di bagian tubuh sebelah kiri sehingga menyebabkan terganggunya arus lalu lintas kendaraan antar desa.



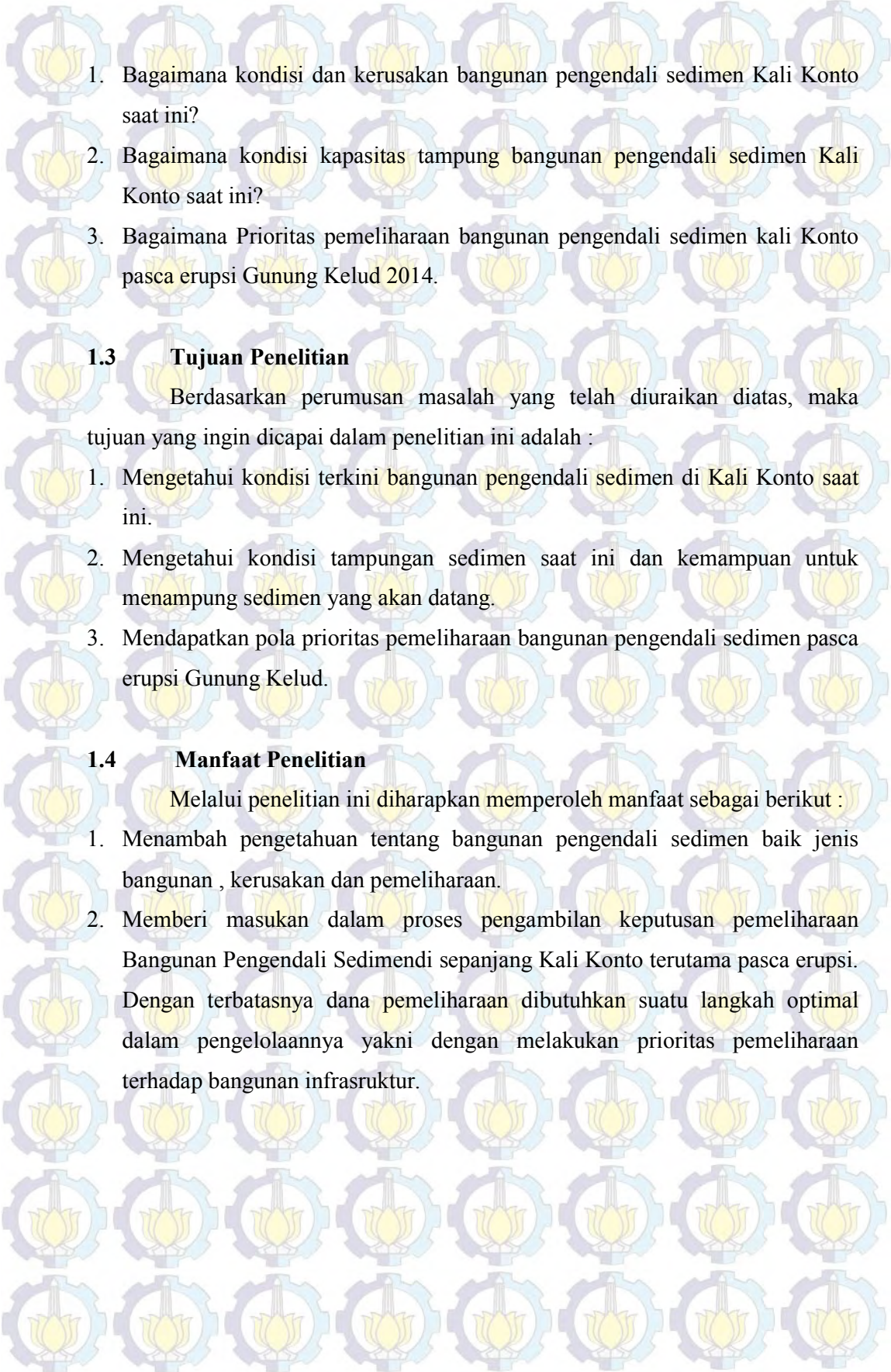
Gambar 1.2Tata Guna Lahan Das Konto
Sumber :BPDAS Brantas 2012

Untuk memperbaiki semua infrastruktur yang rusak seperti kondisi semula tersebut dibutuhkan biaya yang tidak sedikit. Dana pemeliharaan yang diberikan tersedia harus dioptimalkan pengelolaannya, oleh karena itu penelitian ini berupaya mencari langkah penanganan dengan melakukan prioritas pemeliharaan Bangunan Pengendali Sedimen di Kali Konto. Prioritas dilakukan dengan melakukan penilaian terhadap kriteria yang digunakan.

Penelitian dilakukan dengan cara observasi pengamatan di lapangan untuk mengetahui kondisi terakhir BPS yang ada di Kali Konto. Keterkaitan dengan layanan irigasi pertanian di sekitarnya serta kriteria lain yang didapatkan dengan tanya jawab dengan para ahli terkait BPS serta juga dengan studi literatur yang mendukung penggunaan kriteria yang digunakan dalam proses analisa prioritas. Data yang digunakan berupa data primer hasil observasi pengamatan dan data sekunder yang didapatkan dari instansi terkait.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, beberapa permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

- 
1. Bagaimana kondisi dan kerusakan bangunan pengendali sedimen Kali Konto saat ini?
 2. Bagaimana kondisi kapasitas tampung bangunan pengendali sedimen Kali Konto saat ini?
 3. Bagaimana Prioritas pemeliharaan bangunan pengendali sedimen kali Konto pasca erupsi Gunung Kelud 2014.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah diuraikan diatas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kondisi terkini bangunan pengendali sedimen di Kali Konto saat ini.
2. Mengetahui kondisi tampungan sedimen saat ini dan kemampuan untuk menampung sedimen yang akan datang.
3. Mendapatkan pola prioritas pemeliharaan bangunan pengendali sedimen pasca erupsi Gunung Kelud.

1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan memperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan tentang bangunan pengendali sedimen baik jenis bangunan , kerusakan dan pemeliharaan.
2. Memberi masukan dalam proses pengambilan keputusan pemeliharaan Bangunan Pengendali Sedimen sepanjang Kali Konto terutama pasca erupsi. Dengan terbatasnya dana pemeliharaan dibutuhkan suatu langkah optimal dalam pengelolaannya yakni dengan melakukan prioritas pemeliharaan terhadap bangunan infrastruktur.

1.5 Batasan Penelitian

Agar tercapainya tujuan penelitian ini diperlukan suatu batasan – batasan dari pembahasan sebagai berikut :

1. BPS di kali konto yang menjadi obyek penelitian merupakan BPS kewenangan Pemerintah pusat dalam hal ini BBWS Brantas dan memiliki keterkaitan dengan layanan irigasi.
2. Kajian berbasis data pengukuran yang ada terbatas pada titik lokasi penelitian dalam hal ini satu lokasi penelitian di hulu kali konto.
3. Angkutan sedimen total diasumsikan sama untuk setiap BPS Penelitian dan perhitungan umur sisa layanan dilakukan berurutan antar BPS.
4. Responden yang dipilih merupakan pemangku kebijakan di instansi terkait.
5. Potensi pendapatan irigasi diasumsikan dua kali masa panen padi dalam setahun dan tidak mempertimbangkan penambangan pasir.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini terbagi menjadi lima bab, antara lain :

- Bab 1 : Memaparkan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian dan batasan yang digunakan dalam penelitian.
- Bab 2 : Menjelaskan literatur yang digunakan yakni pengertian sedimen, rumus angkutan sedimen, pengertian sabo atau Bangunan Pengendali Sedimen, jenis dan kerusakan bangunan pengendali sedimen, metode AHP.
- Bab 3 : Menjelaskan metode penelitian yang digunakan, penggunaan *purposive sampling*, observasi lapangan dan diagram alir penelitian serta kriteria prioritas pemeliharaan.
- Bab 4 : Menjelaskan analisa pembahasan, perhitungan angkutan sedimen, analisa hasil observasi lapangan, dan pemodelan hirarki pengambilan keputusan prioritas.
- Bab 5 : Kesimpulan dan Saran.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Aset dan Manajemen Aset

Manajemen adalah seni menyelesaikan pekerjaan melalui orang lain. Menurut Ricky W Griffin dalam bukunya (Griffin, 2006) mendefinisikan manajemen sebagai sebuah proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian, dan pengontrolan sumber daya untuk mencapai sasaran secara efektif dan efisien.

Aset menurut Hariyono adalah benda yang terdiri dari benda bergerak dan tidak bergerak, baik yang berwujud (*tangible*) maupun yang tidak berwujud (*intangible*) yang tercakup dalam aktiva/kekayaan atau harta kekayaan dari suatu instansi, organisasi, badan usaha atau individu (Hariyono, 2012).

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 24 tahun 2005, tentang Standar Akuntansi Pemerintah menyatakan bahwa Aset adalah sumber daya ekonomi yang dikuasai dan/atau dimiliki oleh pemerintah sebagai akibat dari peristiwa masa lalu dan dari mana manfaat ekonomi dan/atau sosial dimasa depan diharapkan dapat diperoleh, baik oleh pemerintah maupun masyarakat, serta dapat diukur dengan satuan uang, termasuk sumber daya non keuangan yang diperlukan untuk penyediaan jasa bagi masyarakat umum dan sumber-sumber daya yang dipelihara karena alasan sejarah dan budaya (Kementerian Keuangan, 2005).

Menurut Kaganovadan McKellar (dalam Hariyono:2007), mendefinisikan manajemen aset sebagai *“the process of decisionmaking and implementation relating to the acquisition, use, and disposal of realproperty.”*

Ir. Doli D. Siregar, M.Sc dalam bukunya Manajemen Aset menjelaskan pengertian tentang aset berdasarkan perspektif pembangunan berkelanjutan yakni berdasarkan tiga aspek pokoknya yaitu :

1. Sumber Daya Alam, adalah semua kekayaan alam yang dapat digunakan, diperlukan memenuhi kebutuhan manusia.
2. Sumber Daya Manusia, adalah semua potensi yang terdapat pada manusia yang dapat digunakan memenuhi kebutuhan dirinya maupun orang lain.

3. Infrastruktur, adalah sesuatu buatan manusia yang dapat digunakan sebagai sarana untuk kehidupan manusia dan sarana pemanfaatan Sumber Daya Alam dan Sumber Daya Manusia baik saat ini maupun dimasa yang akan datang.

Secara umum manajemen aset baik di perusahaan maupun negara meliputi aktivitas inti seperti pada Gambar 2.1

1. Perencanaan (Planning).
2. Perolehan (Acquisition).
3. Pemanfaatan (Utilization).
4. Penghapusan (Disposal).



Gambar 2.1 Siklus Manajemen Aset
Sumber : Hariyono, 2012

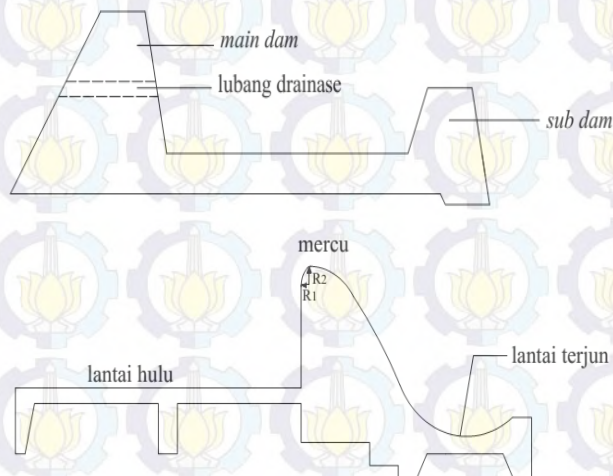
2.2 Bangunan Pengendali Sedimen

2.2.1 Sabo

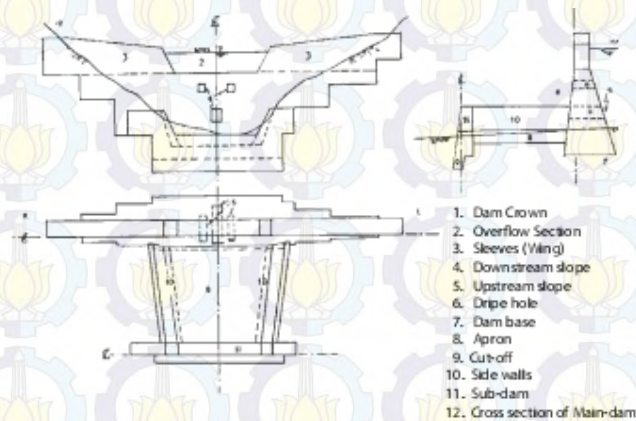
SABO adalah istilah yang berasal dari Jepang yang terdiri dari kata SA yang berarti pasir (*sand*) dan BO yang berarti penanggulangan (*prevention*). Jadi kata *SABO* mempunyai arti penanggulangan bencana yang diakibatkan pergerakan tanah atau sedimen yang dibawa oleh aliran air (Yayasan Air Adhi Eka dan Japan International Cooperation Agency, 2009). Kata SABO diusulkan oleh seorang ahli konservasi dari Amerika Serikat yang bernama Dr. Lowdermilk pada kunjungannya ke Jepang pada tahun 1951.

Di Indonesia teknik sabo diperkenalkan pertama kali oleh seorang tenaga ahli Jepang, Mr. Tomoaki Yokota pada tahun 1970, untuk menangani masalah banjir lahar di daerah vulkanik yaitu Gunung Merapi, Gunung Kelud, Gunung Agung, Gunung Semeru dan Gunung Galunggung. Di samping itu juga untuk menangani masalah erosi dan sedimentasi di daerah non vulkanik di beberapa daerah di luar Pulau Jawa.

Bentuk bangunan *Sabo* memiliki perbedaan dengan bangunan bendung seperti Gambar 2.2 dan bagian-bagian dari struktur bangunan sabo pada Gambar 2.3:



Gambar 2.2 Perbedaan Bangunan Sabo dan Bendung



Gambar 2.3 Bagian struktur Sabo
Sumber : Mardijanto (2011)

2.2.2 Fungsi Bangunan Pengendali Sedimen

Secara umum bangunan pengendali sedimen (BPS) dapat berfungsi sebagai berikut :

1. Melindungi manusia dan tempat tinggal beserta harta kekayaan mereka dari gangguan bencana alam yang diakibatkan oleh erosi dan aliran sedimen.
2. Memelihara Kelestarian alam dan lingkungannya.
3. Melindungi daerah perkotaan, pedesaan, serta bangunan-bangunan fasilitas umum dari bencana yang diakibatkan aliran sedimen.
4. Dapat membantu penembangan daerah melalui pemanfaatan bangunan sabo secara serba guna.

Secara teknis *sabo* mempunyai fungsi menjaga erosi permukaan tanah, menstabilkan dasar dan tebing sungai, mengurangi kecepatan banjir serta menampung aliran sedimen. Adapun di Indonesia sabo telah diterapkan pada berbagai keperluan seperti :

1. Pengendalian lahar akibat letusan gunung api.
2. Pengendalian erosi di hutan dan daerah pertanian.
3. Pencegahan terhadap longsor atau tanah runtuh.
4. Pencegahan erosi yang terjadi.

2.2.3 Jenis Bangunan Pengendali Sedimen

Ada berbagai macam fasilitas atau jenis bangunan Sabo yang dapat diterapkan untuk pengendalian sedimen mulai dari sumber sedimen, aliran sedimen sampai pengendapan sedimen (Yayasan Air Adhi Eka dan Japan International Cooperation Agency, 2009), meliputi antara lain :

1. Check Dam

Bangunan yang dibuat melintang sungai dan dibangun di bagian hulu sungai yang mempunyai tebing yang tinggi sehingga mempunyai daya tampung material yang besar seperti Gambar 2.4, serta memiliki fungsi :

- Menahan Sedimen yang mengalir dan ada di tempat tersebut.
- Mengarahkan dan mengendalikan sedimen agar tidak merusak bangunan yang ada di hilir.
- Mencegah erosi tebing dan dasar sungai yang diakibatkan aliran air.
- Mengurangi kecepatan banjir lahar karena dasar sungai lebih landai.



Gambar 2.4 Check Dam VIII Kali Lekso
Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas.

2. Konsolidasi Dam

Bangunan yang dibuat melintang sungai dan fungsi seperti halnya check dam tetapi ukurannya lebih kecil dengan fungsi utama memantapkan elevasi dasar

sungai yang ada agar tidak tergerus. Dibuat untuk mengendalikan aliran debris/sedimen yang meluncur dalam waktu dekat, melindungi bangunan yang ada di bagian hulunya seperti jembatan juga bisa digunakan sebagai pengambilan air irigasi dan jembatan ketika sedang tidak terjadi banjir.

3. Kantong lahar (*Sand Pocket*)

Dibangun untuk menampung material sedimen, dibuat lebih hilir dari checkdam, di tempat yang agak datar dimana lahar pernah menyebar karena tebing sungai sudah tidak tinggi lagi seperti Gambar 2.5. Konstruksinya terdiri dari tanggul yang ada di kiri kanan sungai serta melintang di tengah sungai. Kemudian di bagian aliran sungai dipasang overflow atau pelimpas sebagai tempat jalannya air. Apabila sudah penuh kantong lahar dipelihara dengan dikuras sedimen di dalamnya.



Gambar 2.5 Kantong Lahar I Kali Konto
Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas

4. Tanggul (*Training dike*)

Bangunan yang dibuat dengan tujuan untuk mencegah air banjir keluar dari sungai yang dapat merusak lahan pertanian atau permukiman penduduk.

5. Normalisasi Sungai

Kegiatan yang dilakukan dengan tujuan memperlancar aliran air di sungai baik dengan cara memperlebar, memperdalam atau meluruskan sungai.

6. Krib

Bangunan yang dibuat dengan tujuan mengarahkan aliran air di sungai, dibuat dari tepi sungai sampai tengah sungai. pada sungai yang berbelok maka pusat aliran air ada pada tikungan luar hal ini dapat menyebabkan kikisan di tempat tersebut apabila tebing sungai tidak berupa batuan keras.

7. Perkuatan Tebing

Bangunan yang dibuat dengan tujuan melindungi tebing dari longsor akibat gerusan aliran sungai serta melindungi bangunan-bangunan di sekitarnya.

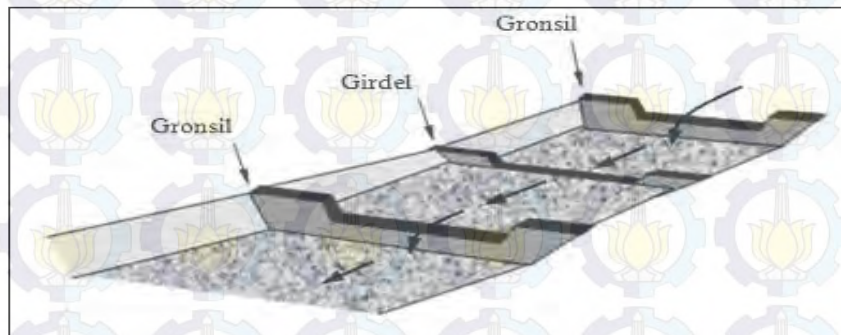
8. Groundsill dan Girdle

Bangunan yang berfungsi untuk mengendalikan ketinggian dan kemiringan dasar sungai agar dapat mengurangi atau menghentikan degradasi dasar sungai.

Disebut Groundsill bila bangunan tersebut lebih tinggi dari dasar sungai, Girdle bila bangunan tersebut sama tinggi dengan dasar sungai sesuai Gambar 2.6

9. Channel Work

Saluran yang dibuat dengan tujuan meluruskan alur sehingga mempercepat aliran debris menuju ke hilir tanpa menimbulkan kerusakan.



Gambar 2.6 Groundsill dan Girdle

Sumber : Sabo Training Centre Yogyakarta

2.2.4 Kerusakan Bangunan Pengendali Sedimen

Bangunan Pengendali Sedimen atau *sabo* dalam operasionalnya juga membutuhkan pemeliharaan untuk mempertahankan fungsinya agar tetap optimal. Kerusakan struktur dan sedimentasi yang terjadi bisa menggagalkan fungsi tersebut. Masaharu Fujita (Disaster Prevention Research Institut, Kyoto University, Japan) mengklasifikasikan kerusakan struktur BPS pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Klasifikasi Kerusakan Sabo Oleh Fujita

| NO | TIPE | DESKRIPSI | |
|----|--------|-----------|--|
| 1 | Tipe 1 | 1 | Ditandai dengan adanya kerusakan ringan atau abrasi di puncak Main Dam dan di bagian Sayap |
| | | 2 | Sedimen terakumulasi di bagian apron dan beberapa bagian sub dam. |
| | | 3 | Sub dam kolaps |
| 2 | Tipe 2 | 1 | Ditandai dengan kerusakan parah dari Dam utama karena gerusan lokal di dekat kaki hilir Dam |
| | | 2 | Degradasi dasar sungai yang parah di sub dam. |
| | | 3 | Dam Utama juga mengalami degradasi dasar sungai, dan bergerak ke arah hulu tetapi Konstruksi Main Dam masih Berdiri. |
| 3 | Tipe 3 | | Ditandai dengan kerusakan parah di Main Dam dan Sub Dam |
| 4 | Tipe 4 | | Sabo Dam Sebagian atau seluruhnya terkubur dalam Sedimen |

Sumber : (Masaharu, Hiroshi, S, & Y, 2011)

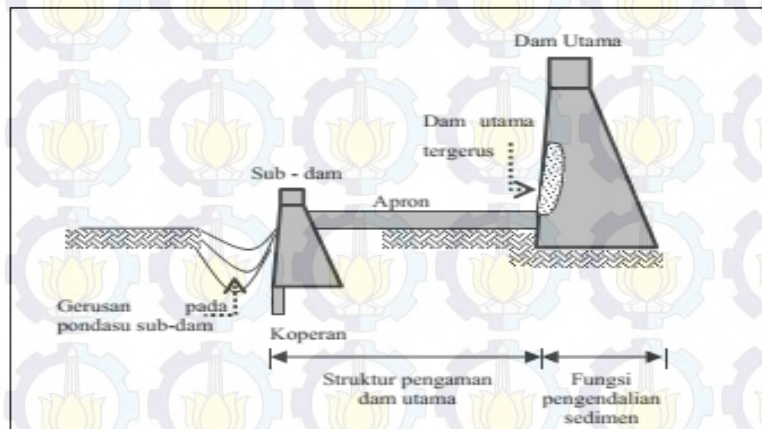
Klasifikasi kondisi Bangunan prasarana sungai sesuai ketentuan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tampak pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Klasifikasi Kerusakan oleh Kementerian Pekerjaan Umum

| NO | KONDISI | DESKRIPSI | REKOMENDASI |
|----|--------------|---|----------------------------|
| 1 | BAIK | Tingkat Kerusakan dibawah 10% dari kondisi awal | Pemeliharaan Preventif |
| 2 | RUSAK RINGAN | Tingkat Kerusakan 10% sampai dibawah 20% dari kondisi awal Bangunan masih berdiri Sebagian kecil struktur bangunan rusak ringan Retak-retak pada struktur bangunan Sebagian kecil komponen penunjang rusak ringan Masih bisa difungsikan | Pemeliharaan Korektif |
| 3 | RUSAK SEDANG | Tingkat Kerusakan 20% sampai dibawah 40% dari kondisi awal Bangunan masih berdiri Sebagian kecil struktur utama bangunan rusak Sebagian besar komponen penunjang lainnya rusak Relatif masih berfungsi | Pemeliharaan Korektif |
| 4 | RUSAK BERAT | Tingkat Kerusakan lebih dari atau sama dengan 40% kondisi awal Bangunan roboh/terguling total Sebagian besar Struktur utama bangunan rusak Sebagian besar dinding dan lantai bangunan patah/retak Komponen penunjang lainnya rusak total | Pemeliharaan Rehabilitatif |

Sumber : Peraturan Menteri PU PR no 13/PRT/M/2015

Perubahan atau penyimpangan bangunan dari keadaan semula seringkali menjadi penyebab kerusakan bangunan. Perubahan tersebut dapat berupa perubahan ukuran, dimensi, lokasi dan fungsi bagian bangunan. Hubungan antar bagian bangunan pengendali sedimen seperti pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Hubungan Fungsi antar bagian bangunan.

Berbagai kerusakan dan tindakan perbaikan yang terjadi pada Bangunan Pengendali Sedimen dalam hal ini berupa dam berdasarkan “*Urgent Disaster Reduction Project for Mt. Merapi, Progo River Basin (IP-524) Operation and Maintenance for Sabo Facility (Final)*” antara lain :

1. Gerusan di sebelah hilir dam

Gerusan yang terjadi di hilir dam dapat mengakibatkan bangunan tidak stabil. Tindakan perbaikan yang dapat dilakukan adalah :

- a. Lubang gerusan diisi batu atau blok beton, permukaan isian ditutup dengan beton atau beronjong.
- b. Dam pengendali sedimen tanpa apron dan subdam mengakibatkan dam utama rawan terhadap ancaman gerusan. Untuk itu perlu dibuat apron dan subdam sebagai bangunan pendukung.

2. Kerusakan pada lantai bawah (*Apron*)

Lantai bawah dam bangunan pengendali sedimen merupakan bagian bangunan yang mudah rusak akibat benturan jatuhnya batu dan material sedimen ketika banjir. Jika kerusakan dibiarkan berkelanjutan maka tubuh dam akan menggantung. Perbaikan harus dilakukan segera dengan menutup bagian yang rusak dengan material beton. (Direktur Jenderal Sumber Daya Air, 2013)

3. Kerusakan pada ambang pelimpah (*Crest*)

Ambang pelimpah atau mercu bangunan rawan rusak oleh abrasi aliran sedimen berupa pasir, kerikil dan batu besar yang melimpas di atas mercu. Perlindungan dapat dilakukan dengan memasang beton kualitas tinggi.

4. Kerusakan pada bagian sayap (*Swing*)

Kerusakan bagian sayap bangunan umumnya terjadi pada :

- a. Bagian sambungan yang merupakan batas pemberhentian pengecoran atau pemberhentian pasangan batu.
- b. Kerusakan lain berupa terpotongnya bagian sayap bangunan.

5. Keretakan pada tubuh dam.

6. Rembesan air pada tubuh dam.

7. Kerusakan pada dinding samping (*Side Wall, Buffer Fill*)

Kerusakan pada bagian dinding samping terjadi karena lantai bagian bawah (*apron*) dekat dengan dinding samping tergerus membentuk lubang mengakibatkan dinding samping roboh.

Perbaikan dilakukan dengan :

- a. Membuat dinding samping baru dengan kedalaman pondasi melebihi kedalaman lubang gerusan.
- b. Memadatkan tanah isian dibelakang dinding samping.

2.2.5 Pemeliharaan Bangunan Pengendali Sedimen

Pemeliharaan Bangunan Pengendali Sedimen sesuai Surat Edaran No : 01/SE/D/2013 perihal Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Sungai serta pemeliharaan sungai terdiri atas :

1. Pemeliharaan Preventif

Kegiatan untuk menjaga agar bangunan pengendali sedimen tetap dapat berfungsi secara optimal sesuai tingkat kegunaan atau kinerja yang direncanakan (penurunan fungsi). Kegiatan ini dapat diprogramkan dengan

pasti tanpa menunggu gejala kerusakan bangunan. Terdiri dari beberapa jenis kegiatan :

- a. Pemeliharaan Rutin, dilaksanakan terus menerus seperti pemberian pelumas pada pintu air, membersihkan kotoran, semak belukar dan lainnya di tubuh bangunan, pemeliharaan jalan inspeksi dan memperbaiki papan larangan yang hilang.
- b. Pemeliharaan Berkala, dilaksanakan menurut tenggang waktu tertentu seperti pengacatan patok pengaman jembatan, pembersihan intake pengambilan air irigasi, lubang slit atau conduit.
- c. Pemeliharaan reparasi perbaikan ringan bagian prasarana yang mengalami kerusakan ringan akibat pelaksanaan operasi maupun sifat alami komponen tersebut seperti perbaikan pintu, perbaikan jalan inspeksi berlubang, reparasi kendaraan operasional, perbaikan retak kecil di tubuh dam atau abrasi ringan.

2. Pemeliharaan Korektif.

Kegiatan pemeliharaan yang bertujuan mengembalikan fungsi prasarana sesuai dengan kinerja yang direncanakan. Terdiri dari beberapa jenis kegiatan :

- a. Pemeliharaan khusus, dilakukan dengan pertimbangan keamanan harus segera diperbaiki karena kondisi atau kinerjanya kurang dari 80% dan masih diatas 60%, contoh pemeliharaan :
 1. Perbaikan bagian lantai apron yang berlubang sebagian.
 2. Perbaikan bagian dinding samping yang runtuh sebagian.
 3. Perbaikan bagian sayap dam yang retak dalam atau patah.
 4. Perbaikan bagian dam utama yang mengalami abrasi dalam.
 5. Perbaikan badan tanggul yang mengalami longsor.
- b. Pemeliharaan rehabilitasi, dilakukan untuk mengembalikan fungsi bangunan pengendali sedimen pada kondisi semula tanpa merubah sistem dan tingkat layanan bangunan serta pertimbangan keamanan harus segera diperbaiki karena kondisi atau kinerjanya kurang dari 60% rencana, seperti perbaikan/pembangunan sebagian atau seluruh bangunan prasarana (dam utama, subdam).

c. Pemeliharaan Rektifikasi, dilakukan untuk memperbaiki atau menyempurnakan fungsi dan kinerja bangunan pengendali sedimen dengan melakukan koreksi dalam skala terbatas seperti :

1. Penambahan subdam untuk mengamankan pondasi dari gerusan lokal.
2. Peninggihan dan pemotongan sayap bangunan.
3. Pelubangan dam utama agar pasokan sedimen ke daerah hilir tetap seimbang.

3. Pemeliharaan Darurat

Kegiatan yang harus dilakukan secepatnya karena apabila tidak segera diperbaiki akan mengalami kerusakan lebih parah seperti kegiatan :

- a. Pengamanan sementara tebing sungai yang longsor dengan bronjong.
- b. Penutupan sementara tanggul longsor dengan karung pasir.
- c. Pengamanan sementara terhadap gerusan lokal dengan bronjong agar tidak semakin luas dan dalam.
- d. Penggantian sementara pintu pengambilan air yang rusak.

2.3 Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses pengendapan material yang terangkut oleh aliran dari bagian hulu akibat erosi. Aliran air di sungai juga membawa sedimen, sedimen terdapat di berbagai lokasi dalam aliran tergantung pada keseimbangan antara kecepatan ke atas pada partikel (gaya tarik dan gaya angkat) dan kecepatan pengendapan partikel.

Mekanisme pengangkutan sedimen yang terbawa oleh aliran air digolongkan menjadi :

- a. Transpor sedimen dasar (*bed load*), butir sedimen yang selalu berada di dekat dasar saluran atau sungai. Butir sedimen bergerak dengan cara bergeser, meluncur, mengguling atau lompatan pendek. umumnya terjadi pada butiran yang berukuran relatif besar.
- b. Transpor sedimen suspensi (*suspended solid*), butir sedimen yang sesekali bersinggungan dengan dasar saluran atau sungai. Butir sedimen bergerak

dengan lompatan yang jauh dan tetap di dalam aliran. umumnya terjadi pada butiran sedimen dengan ukuran relatif kecil.

- c. Transpor sedimen wash load, angkutan partikel halus yang dapat berupa lempung (*silk*) dan debu (*dust*) yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau tergenang.

Namun kenyataannya pada tiap satu satuan waktu pergerakan angkutan sedimen yang dapat diamati hanyalah Bed Load dan Suspended Load. Sehingga penjumlahan keduanya dapat didefinisikan sebagai Total Load Transport. Beban total inilah yang disebut sebagai **Angkutan Sedimen**.

2.3.1 Angkutan Sedimen

Pengertian umum angkutan sedimen adalah sebagai pergerakan butiran-butiran material dasar saluran yang merupakan hasil erosi yang disebabkan oleh gaya dan kecepatan aliran sungai. Dalam perhitungan angkutan sedimen digunakan sifat-sifat sedimen yaitu : ukuran, kerapatan atau kepadatan sedimen, kecepatan jatuh dan porositas. Beberapa faktor yang mempengaruhi angkutan sedimen adalah :

1. Ukuran partikel

Klasifikasi ukuran partikel sedimen menurut skala klasifikasi *American Geophysical Union (AGU)* pada Tabel 2.3. Pengukuran ukuran partikel tergantung pada jenisnya, untuk partikel bongkahan dilakukan secara langsung, untuk kerikil dan pasir dilakukan ayakan atau saringan sedangkan untuk lempung dengan analisa sedimen.

2. Berat Spesifik partikel

Berat spesifik adalah ratio berat sedimen per satuan volume, untuk sedimen dirumuskan sebagai :

$$\gamma_{\text{sedimen}} = \frac{\text{Berat sedimen}}{\text{Volume sedimen}} \dots\dots\dots 2.1$$

Dari hasil penelitian berat spesifik rata-rata sedimen hamper sama atau mendekati berat spesifik pasir kwarsa yang banyak dit emukan di alam yaitu 2,56 gram/cm³.

Tabel 2.3Klasifikasi diameter sedimen AGU

| No | Jenis Sedimen | Rentang Diameter Butiran (mm) | Nilai Tengah Diameter Butiran (mm) |
|----|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 1 | <i>Clay</i> | 0,002 – 0,004 | 0,003 |
| 2 | <i>Very Fine Silt</i> | 0,004 – 0,008 | 0,006 |
| 3 | <i>Fine Silt</i> | 0,008 – 0,016 | 0,011 |
| 4 | <i>Medium Silt</i> | 0,016 – 0,032 | 0,023 |
| 5 | <i>Coarse Silt</i> | 0,032 – 0,0625 | 0,045 |
| 6 | <i>Very Fine Sand</i> | 0,0625 – 0,125 | 0,088 |
| 7 | <i>Fine Sand</i> | 0,125 – 0,25 | 0,177 |
| 8 | <i>Medium Sand</i> | 0,25 – 0,5 | 0,354 |
| 9 | <i>Coarse Sand</i> | 0,5 – 1 | 0,707 |
| 10 | <i>Very Coarse Sand</i> | 1 – 2 | 1,41 |
| 11 | <i>Very Fine Gravel</i> | 2 – 4 | 2,83 |
| 12 | <i>Fine Gravel</i> | 4 – 8 | 5,66 |
| 13 | <i>Medium Gravel</i> | 8 – 16 | 11,3 |
| 14 | <i>Coarse Gravel</i> | 16 – 32 | 22,6 |
| 15 | <i>Very Coarse Gravel</i> | 32 – 64 | 45,3 |
| 16 | <i>Small Cobbles</i> | 64 – 128 | 90,5 |
| 17 | <i>Large Cobbles</i> | 128 – 256 | 181 |
| 18 | <i>Small Boulders</i> | 256 – 512 | 362 |
| 19 | <i>Medium Boulders</i> | 512 – 1024 | 724 |
| 20 | <i>Large Boulders</i> | 1024 – 2048 | 1448 |

Sumber : Garry W Burner, 2008

3. Kecepatan Jatuh (*Fall Velocity*)

Adalah kecepatan maksimum yang dicapai oleh partikel akibat gaya gravitasi. Ukuran pasir yang tersuspensi dalam sungai akan tergantung dari nilai *fall velocity*-nya. Makin besar ukuran partikel akan jatuh dengan lebih cepat dibanding dengan partikel yang berukuran lebih kecil. Persamaan umum mencari nilai *fall velocity* adalah :

$$\omega = \frac{1}{18} \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g \frac{d^2}{\nu} \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana :

ω = Kecepatan jatuh (m/s)

γ_s = massa jenis sedimen (Kg/m³)

γ = massa jenis air (Kg/m³)

g = gravitasi (m/s²)

d = diameter sedimen (mm)

ν = viskositas kinematik (m^2/s)

Nilai *fall velocity* (ω) dapat diketahui apabila nilai diameter sedimen (d), temperature air (C) dan shape factor dari sedimen. Selain juga bisa didapatkan dengan melihat grafik 1.3 buku *Sediment Transport Theory and Practice*, Chih Ted Yang halaman 10 seperti pada Gambar 2.8 maupun dengan cara interpolasi secara statistic.

4. Porositas (n)

Merupakan ratio dari volume void (rongga) dengan volume total sedimen.

5. Tegangan Geser (τ^*)

Partikel sedimen akan terangkat dari kedudukannya apabila tegangan geser lebih besar dari tegangan geser kritis (τ_{cr}). Persamaan tegangan geser shield adalah :

$$\tau_* = \frac{\tau_c}{(\gamma_s - \gamma)d} \dots\dots\dots 2.3$$

$$\tau_c = \gamma x D x S \dots\dots\dots 2.4$$

Dimana :

D = Kedalaman saluran (m)

S = Kemiringan saluran

D = diameter butiran (mm)

T_c = tegangan geser kritis

Apabila bilangan reynold diketahui maka tegangan geser kritis dapat diketahui dengan melihat grafik 2.2 buku *Sediment Transport Theory and Practice*, Chih Ted Yang seperti pada Gambar 2.9 dimana :

$$R_e = \frac{U_* d}{\nu} \dots\dots\dots 2.5$$

U^* = Kecepatan geser

D = diameter partikel

V = viskositas kinematik

6. Viskositas Kinematik (ν)

Merupakan ratio antara viskositas dinamik (μ) dengan berat jenis air (γ).

Nilai viskositas kinematik bisa didapatkan dari tabel viskositas seperti pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Viskositas Kinematik air

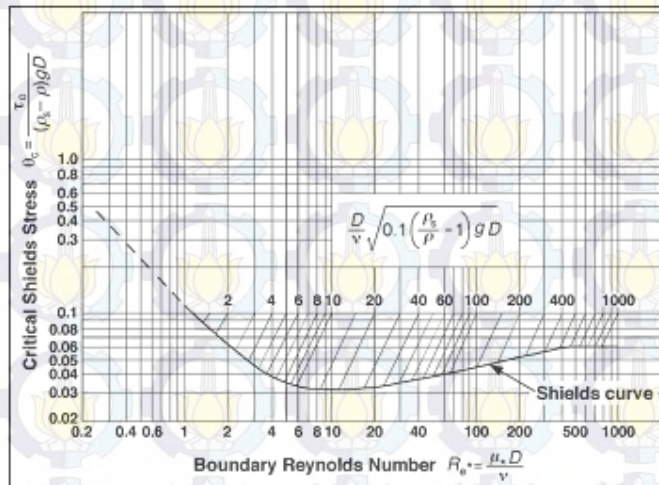
| Temperatur (derajat Celcius) | Viskositas Kinematik ν ($10^{-6} \times \text{m}^2/\text{s}$) | Temperatur (derajat Celcius) | Viskositas Kinematik ν ($10^{-6} \times \text{m}^2/\text{s}$) |
|---------------------------------|---|---------------------------------|---|
| 0 | 1.793 | 25 | 0.893 |
| 1 | 1.732 | 26 | 0.873 |
| 2 | 1.674 | 27 | 0.854 |
| 3 | 1.619 | 28 | 0.836 |
| 4 | 1.568 | 29 | 0.818 |
| 5 | 1.520 | 30 | 0.802 |
| 6 | 1.474 | 31 | 0.785 |
| 7 | 1.429 | 32 | 0.769 |
| 8 | 1.386 | 33 | 0.753 |
| 9 | 1.346 | 34 | 0.738 |
| 10 | 1.307 | 35 | 0.724 |
| 11 | 1.270 | 36 | 0.711 |
| 12 | 1.235 | 37 | 0.697 |
| 13 | 1.201 | 38 | 0.684 |
| 14 | 1.169 | 39 | 0.671 |
| 15 | 1.138 | 40 | 0.658 |
| 16 | 1.108 | 45 | 0.602 |
| 17 | 1.080 | 50 | 0.554 |
| 18 | 1.053 | 55 | 0.511 |
| 19 | 1.027 | 60 | 0.476 |
| 20 | 1.002 | 65 | 0.443 |
| 21 | 0.978 | 70 | 0.413 |
| 22 | 0.955 | 75 | 0.386 |
| 23 | 0.933 | 80 | 0.363 |
| 24 | 0.911 | 85 | 0.342 |

Sumber : www.google.com



Gambar 2.8 Hubungan ukuran diameter partikel dan kecepatan jatuh

Sumber : Sediment Transport Practice and Theory, Chid Ted Yang



Gambar 2.9 Diagram Shields

Sumber : *Sediment Transport Practice and Theory*, Chid Ted Yang

2.3.2 Persamaan Angkutan Sedimen

Persamaan Angkutan Sedimen total digunakan untuk mendapatkan perkiraan debit sedimen total yang mengalir di Kali Konto pasca erupsi kemudian dikorelaksikan dengan kapasitas tampungan sedimen sisa, persamaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Metode *Yang's*, metode *Engelund and Hansen* dan Metode *Shen and Hung*.

a. Metode Yang's

Yang's (1973) mendasarkan rumusnya pada konsep bahwa jumlah angkutan sedimen berbanding langsung dengan jumlah energi aliran. Energi per satuan berat air dapat dinyatakan sebagai hasil kali kemiringan dasar saluran dan kecepatan aliran. Energi per satuan besar air tersebut oleh Yang disebut sebagai unit stream power dan dianggap sebagai parameter penting dalam menentukan jumlah angkutan sedimen. Data-data yang dipergunakan dalam metode Yang's adalah :

- Data sedimen
- Kecepatan aliran
- Geometri saluran

$$\log C_t = 5.435 - 0.286 \cdot \log \frac{\omega \cdot d_{50}}{v} - 0.457 \cdot \log \frac{U^*}{\omega} + (1.799 -$$

$$0.409 \cdot \log \frac{\omega \cdot d_{50}}{v} - 0.314 \cdot \log \frac{U^*}{\omega}) \log \left(\frac{VS}{\omega} - \frac{V_{crS}}{\omega} \right) \dots\dots\dots 2.6$$

$$Q_a = AxV \dots\dots\dots 2.7$$

$$Qs = C_t x Q_a \dots\dots\dots 2.8$$

Dimana :

Ct = Konsentrasi sedimen total

D50= diameter sedimen (mm)

ω= Kecepatan jatuh (m/s)

V= Kecepatan Aliran (m/s)

Vcr= Kecepatan Kritis (m/s)

S= Kemiringan saluran

U*= Kecepatan geser (m/s)

W= Lebar sungai (m)

D= Kedalaman saluran(m)

Qs= Muatan Sedimen (kg/s)

Qa= Debit saluran (m³/s)

b. Metode Engelund and Hansen

Engelund and Hansen mendasarkan persamaan jumlah angkutan sedimen pendekatan tegangan geser. Persamaan nya sebagai berikut :

$$q_s = 0.05 x \gamma_s x V^2 \left(\frac{d_{50}}{g \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_a} - 1 \right)} \right)^{\frac{1}{2}} x \left(\frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma_a) d_{50}} \right)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots 2.9$$

$$Qs = W x q_s \dots\dots\dots 2.10$$

$$\tau_* = \gamma x D x S \dots\dots\dots 2.11$$

Dimana :

τ* = tegangan geser (Kg/m²)

Qs = Muatan Sedimen (Kg/s)

c. Metode Shen and Hung

Shen and Hung berasumsi bahwa angkutan sedimen begitu kompleks sehingga tidak bisa menggunakan bilangan reynold dan Froude, oleh

karena itu mencoba mencari variable dominan yang mendominasi jumlah angkutan sedimen. Persamaan Shen and Hung yakni :

$$\log C_T = -107,404.459 + 324,214.747Y - 326309.589Y^2 + 109503.872Y^3 \dots\dots\dots 2.12$$

$$Y = \left(\frac{VS^{0.57}}{\omega^{0.32}} \right)^{0.0075} \dots\dots\dots 2.13$$

$$Q_s = C_t \times Q \dots\dots\dots 2.14$$

Dimana :

C_t = Konsentrasi sedimen total

ω = Kecepatan jatuh (m/s)

V = Kecepatan Aliran (m/s)

W = Lebar sungai (m)

D = Kedalaman saluran (m)

Q_s = Muatan Sedimen (kg/s)

Q = Debit saluran (m³/s)

2.4 Analytic Hierarchy Process

Pengambilan keputusan telah menjadi bagian dalam kehidupan, kadangkala kita dipertemukan dengan dua atau lebih pilihan baik mudah hingga yang sulit. Dalam proses pengambilan keputusan tersebut dibutuhkan adanya kriteria yang menjadi tolak ukur. Kriteria digunakan sebagai alat ukur untuk mencapai tingkat pencapaian tujuan. Kriteria adalah standar penentuan aturan dasar dimana alternative keputusan diurutkan menurut keinginan kriteria itu sendiri. Atau dengan kata lain kriteria adalah suatu istilah umum yang meliputi konsep-konsep dari atribut dan sasaran (Malczewski, 1999).

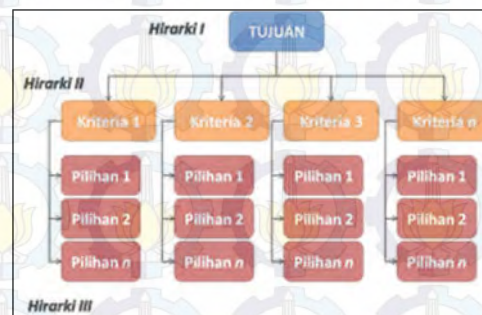
Salah satu metode yang menggunakan kriteria dalam pengambilan keputusan adalah AHP (*Analytic Hierarchy Process*), merupakan salah satu alat bantu dalam pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L Saaty pada tahun 1970an . AHP dapat diandalkan karena dalam prosesnya suatu prioritas disusun dari berbagai pilihan yang dapat berupa kriteria yang sebelumnya telah didekomposisi terlebih dahulu sehingga penetapan prioritas didasarkan pada suatu proses yang terstruktur dan masuk akal.

Terdapat tiga prinsip utama dalam pemecahan masalah dalam AHP menurut Saaty, yaitu : *Decomposition*, *Comparative Judgment* dan *Logical Consistency*. Secara garis besar prosedur AHP meliputi tahapan sebagai berikut :

a. Dekomposisi masalah.

Tujuan(goal) diuraikan secara sistematis kedalam struktur yang menyusun rangkaian system hingga tujuan dapat dicapai secara rasional.

Apabila kriteria telah ditetapkan selanjutnya menentukan alternative sehingga bila digambarkan tampak seperti Gambar 2.10



Gambar 2.10 Hirarki AHP

b. Penilaian/pembobotan untuk membandingkan elemen-elemen.

Apabila proses dekomposisi selesai selanjutnya dilakukan penilaian perbandingan berpasangan pada tiap-tiap hirarki berdasarkan tingkat kepentingan relatifnya. Pada contoh Gambar 2.10 perbandingan dilakukan pada hirarki III (alternative) dan hirarki II (kriteria).

Pada hirarki III, Misal antara pilihan 1 dan pilihan 2 pada kriteria 1 lebih penting pilihan 1 dan seterusnya hingga semua pilihan akan dibandingkan satu persatu secara berpasangan. Hasil dari penilaian adalah bobot yang merupakan karakter dari masing-masing alternative.

Pada Hirarki II, penilaian digunakan untuk membandingkan nilai masing-masing kriteria guna mencapai tujuan sehingga diperoleh pembobotan tingkat kepentingan masing-masing kriteria untuk mencapai tujuan.

Prosedur penilaian perbandingan berpasangan AHP mengacu pada skor penilaian yang telah dikembangkan oleh Thomas L Saaty, yakni pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Skor Penilaian AHP

| Intensitas Pentingnya | Defenisi |
|-----------------------|---|
| 1 | Kedua elemen/alternatif sama pentingnya (<i>equal</i>) |
| 3 | Elemen A sedikit lebih esensial dari elemen B (<i>moderate</i>) |
| 5 | Elemen A lebih esensial dari elemen B (<i>strong</i>) |
| 7 | Elemen A jelas lebih esensial dari elemen B (<i>very strong</i>) |
| 9 | Elemen A mutlak lebih esensial dari elemen B (<i>very strong</i>) |
| 2, 4, 6, 8 | Nilai-nilai antara di antara dua perimbangan yang berdekatan |

- c. Penyusunan matriks dan uji konsistensi.

Langkat berikutnya adalah penyusunan matriks berpasangan untuk melakukan normalisasi bobot tingkat kepentingan pada tiap-tiap elemen pada hirarkinya masing-masing. Tahapan ini bias dilakukan secara manual atau dengan program computer seperti CDPlus atau Expert Choice. Pada penelitian ini penulis menggunakan Expert Choice 11.

- d. Penetapan prioritas pada masing-masing hirarki.

Penetapan prioritas pada tiap-tiap hirarki dilakukan melalui proses iterasi(perkalian matriks).

- e. Pengambilan/penetapan keputusan.

Penarikan kesimpulan dilakukan dengan mengakumulasi nilai/bobot global yang merupakan nilai sensitivitas masing-masing elemen.

Proses pengambilan keputusan dalam pemeliharaan BPS ditentukan oleh faktor manusia dalam hal ini pemangku kebijakan dalam instansi terkait yang mengelola BPS dalam penelitian. Dibutuhkan kriteria-kriteria pendukung agar pemangku kebijakan bisa dan mampu mengambil keputusan yang objektif berdasarkan pengalaman dan keahliannya.

Pada penelitian ini penentuan Kriteria AHP ditentukan dengan hasil tanya-jawab dengan para ahli terkait dan studi literatur tentang pemeliharaan

bangunan pengendali sedimen dan prasarana irigasi yang menguatkan argument pemilihan kriteria tersebut.

2.5 Populasi, Sampel dan Metode Sampling

Menurut Sugiyono (2010), populasi adalah wilayah umum atau generalisasi yang terdiri atas subyek atau obyek yang mempunyai kualitas dan ciri karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Sedangkan sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut.

Teknik sampling adalah cara pengambilan sampel yang representatif dari populasi. Secara umum, terdapat 2 macam teknik pengambilan sampel (Sugiyono, 2010), yaitu :

1. *Probability Sampling* atau acak

Probability Sampling adalah teknik sampling untuk memberikan peluang yang sama pada setiap anggota populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel. Macam-macam *probability sampling*, yaitu :

- a. *Simple Random Sampling* atau Sampling acak sederhana.
- b. *Proportionate Stratified Random Sampling* atau Sampling acak terstratifikasi proporsional.
- c. *Disproportionate Stratified Random Sampling* atau Sampling acak terstratifikasi tidak proporsional.
- d. *Area Sampling* atau Sampling wilayah.

2. *Non Probability Sampling* atau Sampling tidak acak.

Non Probability Sampling adalah teknik sampling yang tidak memberi kesempatan (peluang) pada setiap anggota populasi untuk dijadikan anggota sampel. Macam-macam *non probability sampling*, yaitu :

- a. *Systematic Sampling* atau Sampling sistematis.
- b. *Quota Sampling* atau Sampling kuota.
- c. *Accidental Sampling* atau Sampling tidak sengaja.
- d. *Purposive Sampling* atau Sampling bertujuan.
- e. *Saturated Sampling* atau Sampel jenuh.
- f. *Snowball Sampling* atau Sampel membesar.

Kuisisioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab (Sugiyono, 2008) dengan tujuan untuk mendapatkan informasi yang relevan dengan tujuan survei. Dalam penelitian ini penulis menggunakan *Purposive Sampling* terhadap sample yang diberikan kuesioner yang dianggap penulis memiliki keahlian dan pengalaman serta kemampuan pengambilan keputusan dalam pemeliharaan BPS yakni para pemangku kebijakan terkait.

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Rian W Kesumo (UGM,2009) dalam thesisnya “Penilaian kondisi struktur sebagai pendukung strategi pemeliharaan dan pengambilan keputusan bangunan sabo di Yogyakarta” menyebutkan bahwa pemeliharaan bangunan sabo didasarkan pada dua kriteria, yakni indeks kondisi bangunan sabo dan kapasitas tampungan sedimen bangunan sabo.
2. Ali Akbar (UGM,2012) dalam thesisnya “Evaluasi jembatan dan dam sabo di Sungai Gendol Yogyakarta pasca erupsi Gunung Merapi 2010” menyebutkan kriteria lain yang juga berpengaruh dalam pemeliharaan yakni manfaat bangunan terhadap lingkungan sekitar. Seperti penggunaan sabo yang bisa digunakan sebagai sarana jembatan (Oprit) dan rasa aman perlindungan terhadap bangunan infrastruktur di hulu sabo seperti jembatan.
3. Dewi Erna Mujiastuti (ITB) dalam jurnalnya menyebutkan faktor utama pemilihan prioritas pemeliharaan daerah irigasi adalah tingkat kerusakan asset bangunan irigasi dan luas areal layanan dimana akan mempengaruhi kebutuhan air irigasi dan potensi pendapatan petani. Pernyataan tersebut juga diperkuat oleh pendapat Heru Ernanda (UNEJ) dalam penelitiannya mengenai “Urutan prioritas pemeliharaan bendung irigasi” bahwa kondisi aset irigasi merupakan faktor utama dalam

pelayanan kebutuhan air irigasi yang berdampak langsung terhadap hasil panen lahan irigasi.

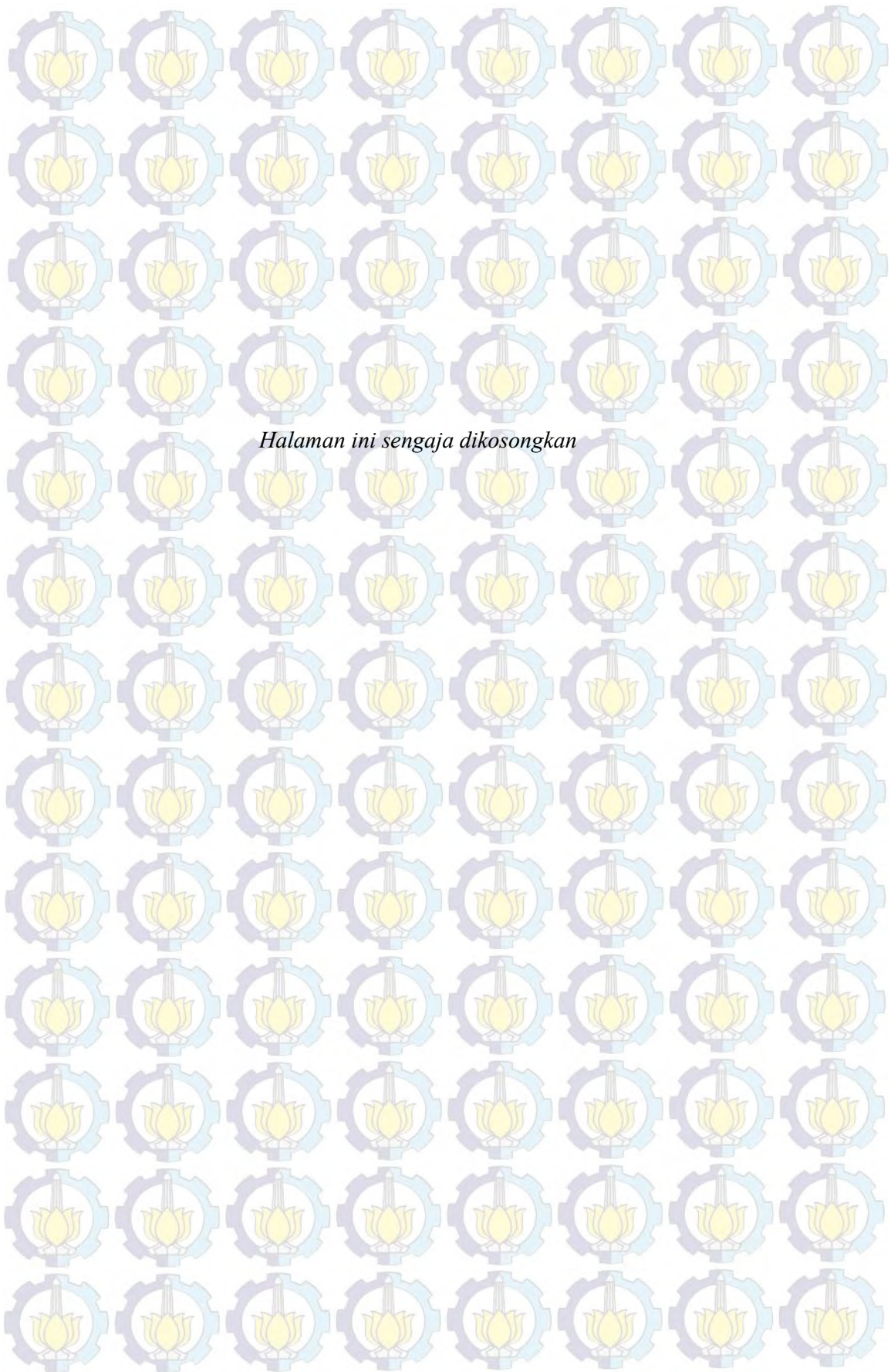
Adapun dalam penelitian ini prioritas pemeliharaan bangunan pengendali sedimen (BPS) di Kali Konto dengan menambahkan kriteria-kriteria lain selain kriteria kondisi struktur bangunan dan kapasitas tampung sedimen. Kriteria didapatkan dengan hasil observasi lapangan, tanya jawab dengan para ahli terkait dan studi literatur yang menjadi dasar pemilihan kriteria. Beberapa kriteria yang menjadi pertimbangan dalam menentukan skala prioritas pemeliharaan BPS tampak pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Kriteria Pemeliharaan BPS

| Responden | Kriteria | | | | | | |
|----------------------------|------------------|-------------|--------------|--------------------|----------|--------------------------|----------------|
| | Volume Tampungan | Kondisi BPS | Luas Layanan | Potensi Pendapatan | Biaya OP | Kondisi Bangunan Irigasi | Manfaat Sosial |
| Expert / Ahli | | | | | | | |
| Kabid PE | v | v | v | v | v | v | v |
| Kabid PJSA | v | v | | | v | | v |
| Kabid PJPA | | v | v | v | | v | |
| Kabid OP | v | v | v | v | v | v | v |
| PPK Kelud | v | v | | | v | | v |
| Literatur | | | | | | | |
| Rian W kesumo (UGM,2009) | v | v | | | | | |
| Ali Akbar (UGM,2012) | v | v | | | | | v |
| Dewi Erna Mujiastuti (ITB) | | | v | v | v | v | |
| Heru Ernanda (UNEJ) | | | v | v | v | v | |

Dalam penelitian ini ada 5 kriteria yang dianggap berpengaruh dalam penentuan prioritas pemeliharaan BPS di Kali Konto, yakni :

1. Kondisi BPS, Kondisi terakhir BPS Kali Konto akan diobservasi untuk mengetahui kondisi kerusakan.
2. Volume tampungan, sisa kapasitas tampung BPS setelah erupsi dan kemampuan menampung sedimen di masa mendatang.
3. Potensi Pendapatan, nilai perolehan hasil panen dari lahan irigasi. Kriteria ini juga berarti potensi kerugian apabila BPS tidak mampu memberikan layanan irigasi
4. Fungsi perlindungan terhadap infrastruktur di bagian hulu.
5. Manfaat sosial, nilai tambah adanya BPS di lokasi seperti jembatan transportasi dan rasa aman terhadap masyarakat.



BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode observasi dengan pendekatan kuantitatif. Menurut Sugiyono (2011) metoda observasi adalah teknik pengumpulan data yang mempunyai ciri khusus dari teknik pengumpulan data yang lain (wawancara) yakni tidak selalu harus berkomunikasi secara lisan terhadap obyek yang diteliti. Keuntungan penggunaan metoda ini adalah dapat langsung mencatat hal, perilaku pertumbuhan dan sebagainya pada saat kejadian masih berlaku sehingga pengamat tidak tergantung terhadap data-data dari ingatan seseorang. Metoda observasi juga memungkinkan pengamat mendapat data dan subyek baik dengan komunikasi verbal atau tidak. Misal dalam proses penelitian subyek tidak punya waktu atau enggan berkomunikasi dengan peneliti.

Metoda observasi dalam penelitian ini yaitu melakukan pengumpulan data, tanya-jawab tentang pemeliharaan bangunan pengendali sedimen (BPS) dengan tujuan mendapatkan gambaran kondisi dan permasalahan terkait pemeliharaan BPS Kali Konto. Hal ini guna mendapatkan kriteria-kriteria yang menentukan prioritas pemeliharaan BPS.

Sedangkan yang dimaksud dengan pendekatan kuantitatif adalah pendekatan yang digunakan dalam penelitian dengan cara mengukur indikator-indikator variabel atau kriteria penelitian sehingga diperoleh gambaran diantara variabel-variabel tersebut.

3.2 Tahap Penelitian

Tahapan penelitian ini meliputi beberapa hal, antara lain :

1. Studi literatur mengenai pemeliharaan BPS.
2. Melakukan identifikasi permasalahan terkait pemeliharaan dan kriteria pemeliharaan BPS.
3. Melakukan kajian pustaka sebagai dasar mengkaji dan menganalisa kriteria pemeliharaan BPS.

4. Menetapkan kriteria prioritas dan metoda penelitian.
5. Penyebaran kuesioner dengan para responden yang dianggap peneliti memiliki keahlian dan pengalaman dalam BPS serta dalam posisinya sebagai pemangku kebijakan di institusi yang mengelola BPS.
6. Proses AHP pada level 1 yakni penentuan bobot masing-masing kriteria pemilihan prioritas.
7. Analisa dan perhitungan masing-masing kriteria yang telah dilakukan pembobotan sebagai dasar pijakan responden dalam memberikan penilaian di proses AHP level 2 yakni pembobotan alternatif BPS.

Yakni antara lain :

- a. Inventarisasi BPS Kali Konto
 - b. Analisa kondisi struktur BPS Kali Konto
 - c. Analisa angkutan sedimen untuk mengetahui kondisi dan kemampuan kapasitas tampung yang tersisa di masa depan.
8. Proses AHP level 2 yakni penentuan bobot alternatif BPS prioritas. Responden memberikan penilaian alternatif BPS prioritas berdasarkan kriteria yang ada dan hasil perhitungan data kriteria menjadi pijakan atau informasi bagi responden dalam memberikan penilaian alternatif.
 9. Pembahasan
 10. Kesimpulan dan saran.

3.3 Populasi Sampel

Pengambilan sample dalam penelitian ini menggunakan metode *Purposive Sampling* biasa disebut *Judgmental Sampling*, yakni pengambilan sample berdasarkan penilaian penulis mengenai siapa saja pihak-pihak yang dinilai pantas dan memenuhi syarat untuk dijadikan responden. Dalam penelitian ini responden tidak diambil secara acak melainkan ditentukan oleh penulis agar benar mendapatkan sample yang sesuai tujuan penelitian dan memiliki syarat keahlian dan pengalaman dalam pemeliharaan BPS serta dalam posisi pengambil kebijakan terkait . responden yang digunakan antara lain :

- a. Kepala Balai BBWS Brantas

- b. Kepala Bidang Program & Perencanaan BBWS Brantas
- c. Kepala Bidang Pelaksana Jaringan Sumber Air BBWS Brantas
- d. Kepala Bidang Pelaksana Jaringan Pemanfaatan Air BBWS Brantas
- e. Kepala Bidang Operasi & Pemeliharaan BBWS Brantas
- f. Pejabat Pembuat Komitmen Pengendali Lahar Gunung Kelud

1.4 Kerangka Penelitian

Dalam rangka memudahkan pemahaman untuk melaksanakan penelitian sehingga tujuan penelitian dapat tercapai dengan baik diperlukan adanya kerangka penelitian yang memuat garis besar tahapan penelitian dan menggambarkan cara mencapai tujuan penelitian. Kerangka penelitian memuat data primer dan sekunder, kriteria atau variabel pemeliharaan BPS yang ditinjau serta metoda analisa yang digunakan sehingga dapat ditetapkan analisa prioritas pemeliharaan Bangunan Pengendali Sedimen Kali Konto seperti terlihat pada Gambar 0.1

1.5 Pengumpulan Data

1.5.1 Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi lapangan untuk mengetahui kondisi infrastruktur BPS di lokasi penelitian dan melakukan penyebaran kuesioner terhadap responden yang telah ditentukan. Dari observasi lapangan data yang terkumpul adalah lokasi BPS penelitian, kondisi terakhir kerusakan BPS dan dokumentasi serta kriteria-kriteria pemeliharaan BPS

1.5.2 Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder digunakan untuk tahap analisa penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan permintaan data terhadap institusi terkait. Adapun data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini :

- a. Data sedimen Kali Konto
- b. Data teknis BPS di Kali Konto
- c. Data Kali Konto
- d. Analisa usaha tani
- e. Tata Guna lahan.

1.6 Analisa dan Pengolahan Data

1.6.1 Inventarisasi Bangunan Pengendali Sedimen

Analisa ini akan melakukan pemetaan lokasi infrastruktur BPS menggunakan alat survey *Global Positioning System* (GPS) untuk mendapatkan koordinat lokasi di permukaan bumi berupa titik perpotongan garis Bujur Timur dan Lintang Selatan dikarenakan posisi negara Indonesia berada di belahan bumi timur dan selatan garis khatulistiwa. Koordinat lokasi akan dipetakan dalam peta dasar yang akan menjadi inputan analisa spasial sehingga akan tampil lokasi Bangunan Pengendali Sedimen dari hulu sampai hilir Kali Konto.

1.6.2 Analisa Kondisi Struktur Bangunan Pengendali Sedimen

Analisa ini akan melakukan inventarisasi kerusakan dan kondisi terakhir Infrastruktur Bangunan Pengendali Sedimen pasca erupsi, setiap komponen bangunan seperti *main dam*, *sub dam*, *wing*, *lantai apron* dan kondisi hulu serta hilir bangunan akan diamati juga kondisi tampungan sedimen yang ada. Panduan analisa didasarkan pada "*Urgent Disaster Reduction Project for Mt. Merapi, Progo River Basin (IP-524) Operation and Maintenance for Sabo Facility (Final)*" yang kemudian diadopsi oleh Balai Sabo Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat sebagai panduan survey seperti terdapat pada lampiran. Dari hasil survey didapatkan nilai skore akhir yang merepresentasikan kondisi BPS kemudian dilakukan klasifikasi kondisi bangunan sesuai Tabel 2.1 dan Tabel 2.2

1.6.3 Analisa Angkutan Sedimen

Analisa angkutan sedimen dilakukan untuk menghitung potensi sedimen yang akan turun ke ke kali konto. Setelah volume potensi sedimen diketahui kemudian akan diperhitungkan dengan kapasitas tampung BPS yang ada yakni dengan membagi kapasitas tersisa dengan jumlah angkutan sedimen didapatkan sisa waktu layanan BPS sebelum kondisi penuh dengan tetap memperhatikan urutan antara BPS satu dengan lainnya. Dalam penelitian ini akan digunakan beberapa metode perhitungan angkutan sediment total seperti metode Yang's, metode Engelund and Hansen dan metode Shen and Hung untuk menghitung

kapasitas total angkutan sedimen. Hasil perhitungan akan dibandingkan dengan hasil uji sedimen laboratorium untuk menentukan dasar rumus perhitungan yang dipakai. Dengan asumsi angkutan sedimen yang terjadi setiap harinya sama dan memperhatikan urutan BPS

1.6.4 Analisa Potensi Kerugian

Berdasarkan data tata guna lahan dari BPDAS Brantas menunjukkan bahwa daerah di sekitar Kali Konto merupakan lahan irigasi pertanian, dalam penelitian ini digunakan kriteria layanan irigasi sebagai salah satu kriteria pemeliharaan yakni untuk mengukur potensi kerugian dalam layanan irigasi apabila BPS yang terdapat pintu pengambilan air irigasi tidak berfungsi. Potensi kerugian dihitung dari besarnya pendapatan hasil panen dalam setahun (diasumsikan tanam padi 2x setahun).

1.6.5 Analisa Prioritas pemeliharaan

Hasil pemilihan kriteria pemeliharaan kemudian menjadi dasar inputan pemodelan prioritas pemeliharaan BPS. Dengan menjadikan kriteria-kriteria hasil pemilihan sebagai faktor kriteria dalam hirarki pemodelan (level 1) AHP.

Setelah hirarki pemodelan prioritas pemeliharaan terbentuk dengan level 0 berupa tujuan atau goal, level 1 berupa kriteria-kriteria pemilihan dan level 2 berupa alternatif-alternatif pilihan BPS yang akan dipelihara. Kemudian dilakukan penyebaran kuesioner kepada responden.

Penulis dalam hal ini menggunakan teknik *purposive sampling*, dimana penulis menentukan siapa saja responden yang dirasa oleh penulis memiliki keahlian, pengalaman dan jabatan yang terkait dengan pemangku kebijakan mengenai Bangunan Pengendali Sedimen di BBWS Brantas.

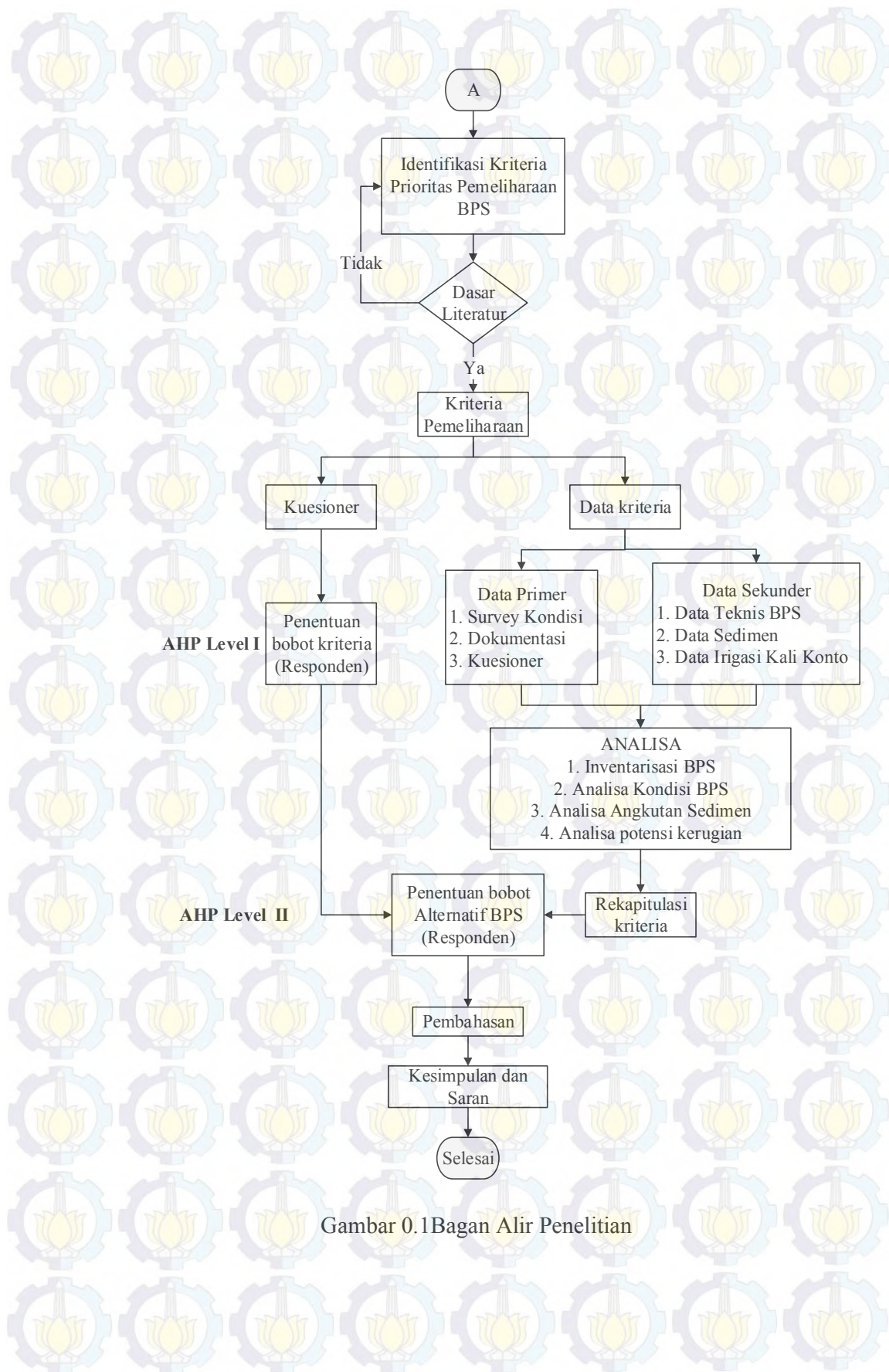
Dalam penyebaran kuesioner penulis juga memberikan lampiran hasil survey kondisi BPS, perhitungan angkutan sedimen, potensi irigasi dan manfaat sebagai bahan pengambilan keputusan atau pijakan bagi responden dalam mengisi kuesioner.

Hasil rekapitulasi kuesioner responden kemudian dilakukan analisa dengan cara perbandingan berpasangan pada level kriteria dan level alternatif.

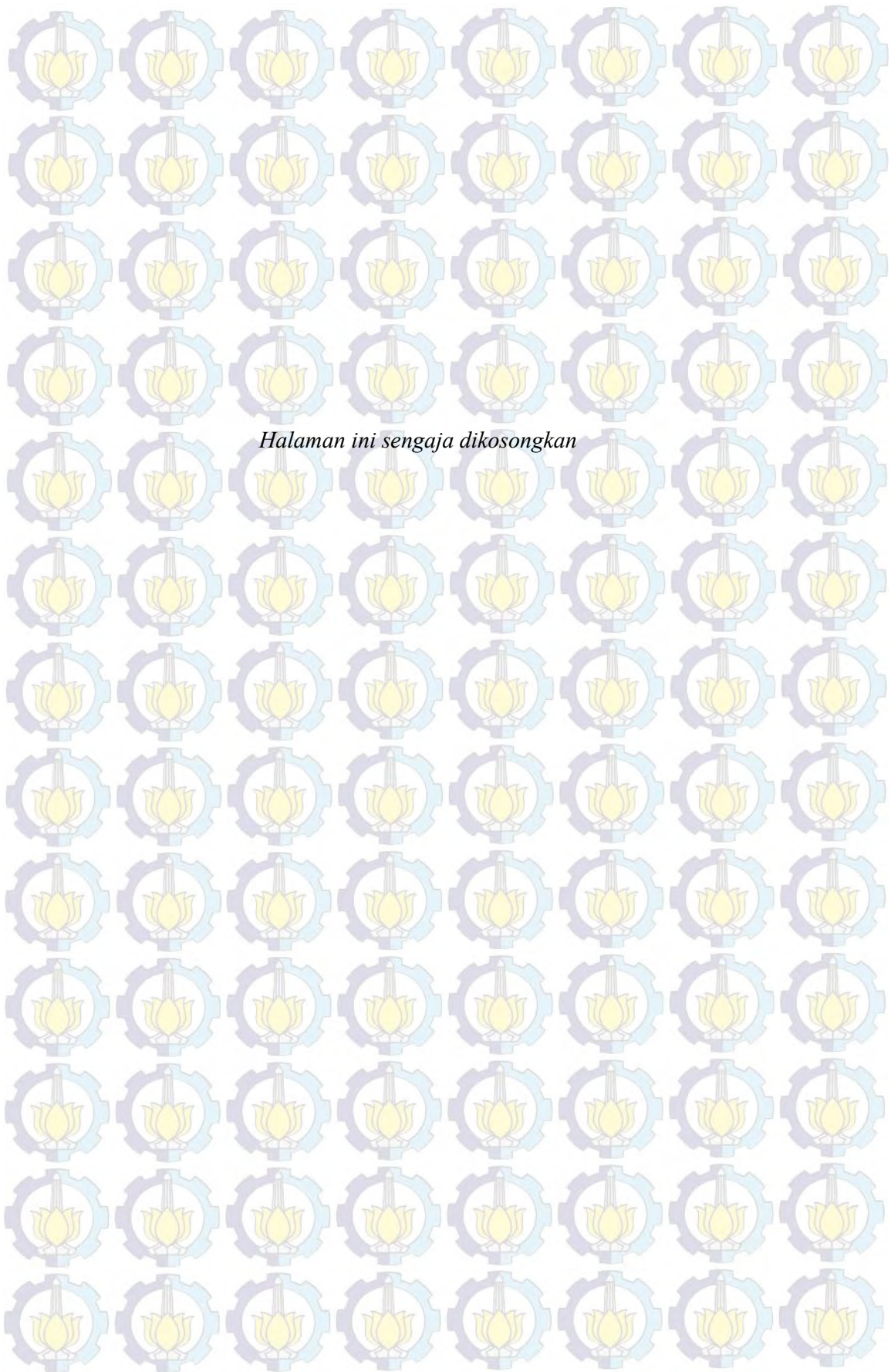
Kemudian didapatkan hasil berupa bobot masing-masing kriteria dan bobot prioritas masing-masing alternatif. Alternatif BPS dengan bobot paling besar menjadi prioritas pertama dalam pemeliharaan BPS di Kali Konto begitu seterusnya untuk BPS prioritas berikutnya.

1.7 Bagan Alir Penelitian





Gambar 0.1 Bagan Alir Penelitian



BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

Wilayah Das Konto meliputi sebagian wilayah kabupaten Malang, Kediri dan Jombang. Hulu sungai Konto terletak di Gunung Anjasmoro dan Argowayan Kabupaten Malang, aliran sungai Konto mengalir dari daerah batu turun ke pujon lalu ke ngantang. Disini Kali Konto dibendung pada suatu waduk yang bernama Selorejo. Dalam perjalanan menuju hilir di sungai Brantas, Kali Konto mendapat tambahan debit aliran air dari sungai Namba'andan Nogo yang berhulu di Gunung Kelud serta sungai Sambong yang berhulu di perbukitan Pandansari. Ketiga sungai ini memiliki kontribusi sedimen yang sangat besar terhadap Kali Konto. Secara geografi wilayah penelitian berbatasan dengan :

- a. Utara :Kabupaten Jombang.
- b. Selatan :Kabupaten Blitar dan Kediri.
- c. Barat :Kabupaten Kediri
- d. Timur :Kabupaten Malang

4.1.1 Keadaan Biofisik

Bagian Hulu Das Konto yang terletak di Kabupaten Malang mengalami alih guna tata lahan dari kawasan hutan alami menjadi agroforestry menyebabkan biodiversitasnya rendah.

4.1.2 Demografi

Di bagian hulu sungai Konto tingkat kepadatan dan jumlah penduduk masih rendah karena masih terdapat lahan yang tetap berfungsi sebagai kawasan hutan alami namun di bagian tengah hingga hilir sungai jumlah penduduknya semakin tinggi karena wilayah tersebut menjadi sasaran pembangunan infrastruktur desa dan kota.

4.1.3 Penggunaan lahan

Penggunaan lahan di bagian hulu sungai diperuntukan sebagai kawasan hutan alami dengan tujuan utama konservasi tanah dan air, namun lambat laun kawasan tersebut berubah menjadi lahan pertanian. Di bagian hilir sebagian besar penggunaan lahan untuk pertanian dan pemukiman dengan tujuan memenuhi kebutuhan social dan ekonomi.

4.1.4 Kondisi Lingkungan

Segala kegiatan di daerah hulu sungai konto akan berakibat terhadap daerah hilir sungai konto, dengan adanya perubahan peruntukan penggunaan lahan dari kawasan hutan alami menjadi pertanian yang semakin meningkat maka meningkat pula terjadinya erosi dan longsor di bagian hulu yang menyebabkan sedimentasi di bagian hilir dan mempengaruhi kualitas dan kuantitas air sungai.

4.2 Inventarisasi Bangunan Pengendali Sedimen Kali Konto

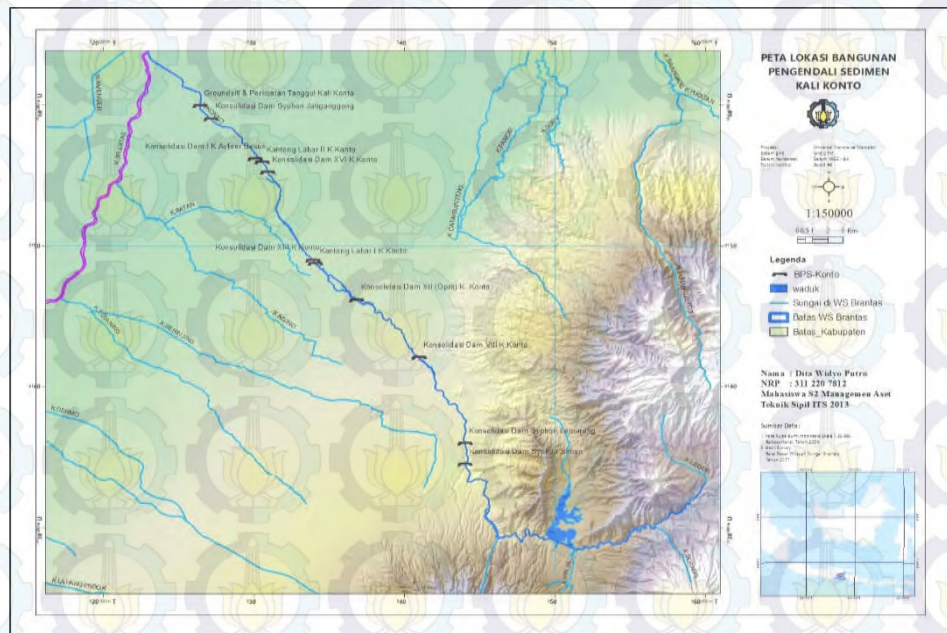
Bangunan Pengendali sedimen yang menjadi obyek penelitian merupakan bangunan yang dibangun dan berada dalam wewenang pemerintah pusat dalam hal ini Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Unit Pelaksana Teknis Balai Besar Wilayah Sungai Brantas (BBWS Brantas). Peneliti menggunakan data sekunder berupa daftar inventaris bangunan yang dibangun BBWS Brantas di sepanjang Kali Konto. Kemudian dilakukan survey tinjauan lokasi ke setiap bangunan yang ada untuk mendapatkan data koordinat lokasi, dokumentasi bangunan terkini dan keterkaitan dengan irigasi. Hasil kegiatan ini berupa daftar inventaris bangunan pengendali sedimen sepanjang kali konto Tabel 4.1 serta peta lokasi bangunan hasil plotting dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Plotting dalam peta menggunakan peta dasar Jawa Timur dengan layer system sungai wilayah sungai brantas terutama Kali Konto serta data *Digital Elevation Model* (DEM) yang merepresentasikan data titik tinggi permukaan bumi.

Tabel 4.1 Daftar Inventaris BPS

| No | NAMA BANGUNAN | Lokasi | | | | Th Pemb | KETERANGAN |
|----|-------------------------------------|--------------|-----------|---------|----------------------------------|-----------|--------------------|
| | | Ds. | Kec | Kab. | Koordinat | | |
| 1 | Check Dam Bronjong I - V K.Konto | Nambaan | Kasembon | Kediri | 112° 20' 21"BT, 7° 51' 25"LS | 1969/1970 | Hancur - Hilang |
| 2 | Konsolidasi Dam VIII K.Konto | Damarwulan | Kandangan | Kediri | 112° 16' 42.3"BT, 7° 54' 34.4"LS | 1994/1996 | Ada Intake Irigasi |
| 3 | Konsolidasi Dam XII (Oprit) K.Konto | Oroorombo | Pare | Kediri | 112° 14' 26.9"BT, 7° 43' 21.8"LS | 1987/1988 | Ada Intake Irigasi |
| 4 | Kantong Lahar I K.Konto | Badas | Pare | Kediri | 112° 12' 56.9"BT, 7° 41' 58.2"LS | 1975/1976 | Ada Intake Irigasi |
| 5 | Konsolidasi Dam XIII K.Konto | Blaru | Pare | Kediri | 112° 12' 51.4"BT, 7° 41' 50.2"LS | 1978/1979 | - |
| 6 | Overflow Kantong Lahar II K.Konto | Parelor | Kunjang | Kediri | 112° 11' 23"BT, 7° 38' 41.1"LS | 1979/1980 | - |
| 7 | Konsolidasi Dam XVI K.Konto | Sumberejo | Kunjang | Kediri | 112° 11' 13"BT, 7° 38' 27.6"LS | 2003 | - |
| 8 | Konsolidasi Dam I K. Avifer Besuk | Parelor | Kunjang | Kediri | 112° 10'45.9"BT, 7°37' 57"LS | 2003 | - |
| 9 | Konsolidasi Dam Syphon Siman | Siman | Kepung | Kediri | 112° 18' 22.5"BT, 7° 49' 41"LS | 2011 | Ada Intake Irigasi |
| 10 | Konsolidasi Dam Syphon Lemurung | Brumbung | Kepung | Kediri | 112°18'21.9"BT, 7°48' 52.8"LS | 2011 | Ada Intake Irigasi |
| 11 | Konsolidasi Dam Syphon Jatiganggong | Jatiganggong | Bd Kdgmyo | Jombang | 112° 9' 9.9"BT, 7° 36' 24.5"LS | 2011 | - |
| 12 | Groundhill & Perkuatan Tebing | | | | 112° 8' 45.3"BT, 7° 35' 54"LS | 2010 | - |

Sumber : Hasil Survey

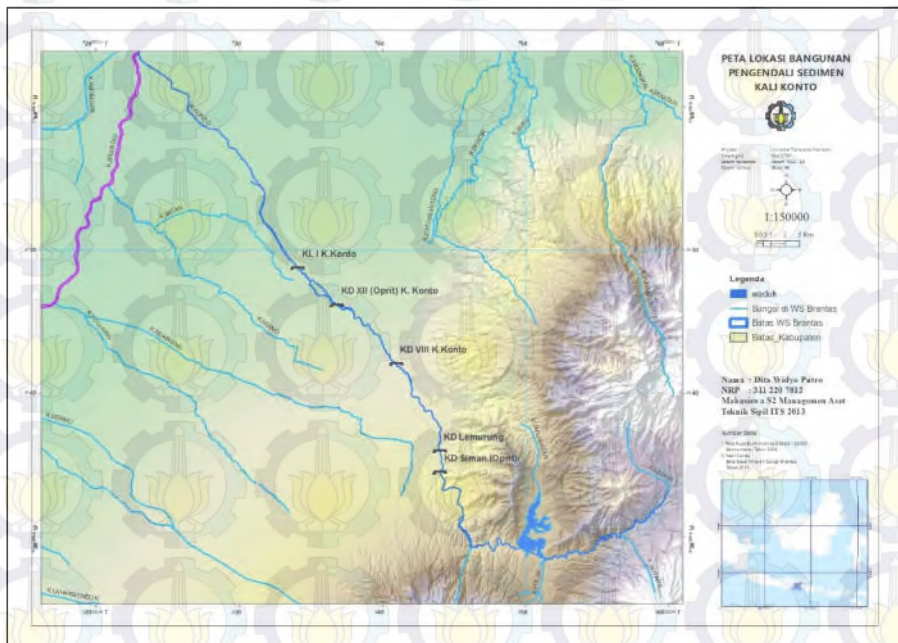
Berdasarkan hasil survey terdapat 12 (dua belas) bangunan pengendali sedimen yang dibangun BBWS Brantas di Kali Konto dengan kondisi satu bangunan check dam Bronjong dalam kondisi hancur, sedangkan sisanya terdapat 5 (lima) buah bangunan pengendali sedimen yang dilengkapi dengan pintu pengambilan air dan 6 (enam) buah bangunan pengendali sedimen lainnya tidak dilengkapi pintu pengambilan air. Hasil survey lokasi berupa data koordinat kemudian dipetakan untuk menunjukkan posisi lokasi antar bangunan di Kali Konto seperti tampak pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Lokasi Bangunan Pengendali Sedimen Kali Konto
Sumber : Hasil observasi pemetaan

Berdasarkan kriteria pemilihan prioritas pemeliharaan dimana salah satu kriterianya adalah layanan sektor irigasi maka Bangunan Pengendali Sedimen (BPS) Kali Konto yang menjadi obyek penelitian adalah yang memiliki pintu pengambilan irigasi sesuai Gambar 4.2 antara lain :

- a. BPS KD Siman
- b. BPS KD Lemurung
- c. BPS KD VIII Damarwulan
- d. BPS KD XII Oro-oro Ombo
- e. KL I Badas



Gambar 4.2 BPS Kali Konto dengan Pintu irigasi
Sumber : Hasil Observasi pemetaan

4.2 Analisa Kondisi Bangunan Pengendali Sedimen

Untuk mengetahui kondisi Bangunan Pengendali Sedimen (BPS) dilakukan observasi lapangan, berdasarkan kriteria pemilihan prioritas pemeliharaan BPS yang digunakan pada Tabel 2.6 terdapat kriteria :

- a. Kondisi struktur bangunan.
- b. Volume tampungan

4.2.1 Kondisi struktur bangunan pengendali sedimen

Survey kondisi struktur dilakukan dengan mengamati kondisi bagian-bagian bangunan dan sekitarnya serta pengambilan foto dokumentasi. Untuk mendapatkan hasil pengamatan yang valid, penulis melakukan pengamatan didampingi staf teknis BBWS Brantas dalam hal ini dari bagian PPK Pengendalian lahar Gunung Kelud. Beberapa komponen atau bagian bangunan pengendali sedimen menjadi obyek pengamatan antara lain :

- a. Main Dam
- b. Sayap
- c. Dinding Tepi
- d. Lubang air
- e. Apron
- f. Sub Dam
- g. Pintu pengambilan air

Komponen-komponen tersebut menjadi beberapa obyek pengamatan penulis yang didasarkan laporan *“Urgent Disaster Reduction Project for Mt. Merapi, Operation and Maintenance for Sabo Facility”* dan menjadi pedoman bagi Sabo Training Centre dan Balai Sabo Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat untuk menyusun pedoman teknis dalam penanganan pemeliharaan bangunan pengendali sedimen (BPS).

Obyek pengamatan BPS terangkum dalam tabel pengamatan kondisi yang merepresentasikan kondisi bangunan terkini dengan tingkat kedalaman kondisi komponen atau bagian bangunan sesuai skala pengamatan dalam hal ini berkisar antara 1 (satu) - 5 (lima) dengan masing-masing tingkat skala memiliki kondisi representasi masing-masing. Rangkuman pengamatan kondisi bagian-bagian bangunan tampak pada form survey Gambar 4.3

| DATA PRASARANA | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------|-----------|------------|--|-----------------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|--|
| Nama/Kode Prasarana | | | | | Pelaksanaan Fisik | | Tahun | Biaya, Rp | Sumber Dana | | | |
| Nama Sungai | | | | | Selesai dibangun | | | | | | | |
| Lokasi | Desa | | | | Diperbaiki 1 | | | | | | | |
| | Kecamatan | | | | Diperbaiki 1 | | | | | | | |
| | Kabupaten | | | | Direhabilitasi | | | | | | | |
| | Propinsi | | | | Direktifikasi | | | | | | | |
| Panjang dam (m) | Dasar dam | | | | Crest dam | | | Sayap kiri | | | Sayap kanan | |
| | Lebar (m) | Elevasi (m) | Lebar (m) | Tinggi (m) | Elevasi (m) | Lebar (m) | Tinggi (m) | Elevasi (m) | Lebar (m) | Tinggi (m) | Elevasi (m) | |
| Material Inti | Selimut crest | | | | | Bahan selimut dinding | | | | | | |
| | Material | | | | Tebal (m) | Material | | | | Tebal (m) | | |
| KONDISI AKTUAL BANGUNAN | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Table 3.2 | |
| Kondisi jalan masuk ke lokasi. | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 1 | | |
| Kondisi tumbuhan liar (rumput/semak belukar/gulma). | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 2 | | |
| Kondisi marka/portal di cekdam / tanggul. | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 3 | | |
| Kondisi pintu pengambilan air | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No.4 | | |
| Kondisi peralatan pemantau banjir sedimen | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No.5 | | |
| Kondisi sedimentasi di cekdam | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 6 | | |
| Kondisi sedimentasi ruas sungai di hulu dan hilir cek dam | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 8 | | |
| Kondisi penambangan di cekdam / ruas sungai | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 9 | | |
| Kondisi Dam Utama | Kondisi gerusan pondasi dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 10 | | |
| | Kondisi abrasi di tubuh dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 11 | | |
| | Kondisi selimut tubuh dam terkelupas | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 12 | | |
| | Kondisi retakan di tubuh dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 13 | | |
| | Kondisi rembesan di tubuh dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 14 | | |
| | Kondisi kerusakan sayap dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 15 | | |
| | Kondisi pelindung (buffer fill) dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 17 | | |
| Kondisi Apron | Kondisi tebing sungai di abutmen dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 18 | | |
| | Kondisi lantai | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 19 | | |
| Kondisi Subdam | Kondisi dinding | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 19 | | |
| | Kondisi gerusan pondasi subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 10 | | |
| | Kondisi abrasi di tubuh subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 11 | | |
| | Kondisi selimut tubuh subdam terkelupas | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 12 | | |
| | Kondisi retakan di tubuh subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 13 | | |
| | Kondisi rembesan di tubuh subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 14 | | |
| | Kondisi sayap subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 15 | | |
| | Kondisi pelindung (buffer fill) subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 17 | | |
| | Kondisi tebing sungai di abutmen subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 18 | | |
| Keterangan ; | | | | | Lingkari kondisi kerusakan berdasarkan Tabel 2 menurut angka-angka dalam No tersebut | | | | | | | |

Gambar 4.3 Form observasi komponen BPS

Sumber :Balai Sabo Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Tingkat skala kondisi dijelaskan dalam lampiran yang disertakan dalam penulisan thesis ini. Dalam penelitian ini, bangunan pengendali sedimen (BPS) yang menjadi penelitian berjumlah 5 (lima) buah bangunan yakni yang memiliki pintu pengambilan air untuk keperluan irigasi pertanian. Kondisi kelima bangunan tersebut sesuai survey lokasi adalah :

a. BPS Siman

BPS Siman merupakan bangunan paling hulu dalam ruas kali Konto yang menjadi lokasi penelitian ini. Tabel 4.2 adalah data teknis BPS Siman yang didapatkan penulis :

Tabel 4.2 Data teknis BPS Siman

| NO | VARIABEL | |
|----|-------------------------------|--|
| 1 | Nama Sungai | Konto |
| 2 | Nama Bangunan | Siman |
| 3 | Lokasi Bangunan | Ds. Siman, Kec. Kepung, Kab. Kediri |
| 4 | Koordinat Geografis | 112° 18' 22.5"BT, 7° 49' 41"LS |
| 5 | Tahun Pembuatan | 2011 |
| 6 | Biaya Pembangunan/Sumber Dana | Rp. 4.458.397.000,00/ APBN. |
| 7 | Panjang | 20 meter |
| 8 | Lebar | 4 meter |
| 9 | Tinggi | 4 meter |
| 10 | Elevasi Puncak | 402 meter |
| 11 | Jenis Bangunan | Konsolidasi Dam |
| 12 | Jenis Perkerasan | Beton |
| 13 | Layanan tambahan | Irigasi, Jembatan, Pengamanan Bangunan |
| 14 | Volume Tampung | 20.000 m ³ |

Sumber : BBWS Brantas

Penilaian kondisi BPS Siman yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut :

1. Kondisi jalan masuk

Kondisi jalan masuk menuju BPS Siman tidak mengalami kerusakan, bisa dilalui kendaraan roda empat atau lebih. Gambar 4.4. Penulis memberikan nilai skala 5 atas kondisi ini.



Gambar 4.4 Kondisi jalan masuk BPS Siman

Sumber : Hasil observasi lapangan

2. Kondisi tumbuh rumput/semak belukar

Kondisi bangunan tidak ditumbuhi rumput atau semak belukar.

Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) atas kondisi ini.

3. Kondisi marka/portal jalan dan jembatan

Beberapa portal hilang karena banjir serta nilai tambah BPS Siman sebagai jalur transportasi hilang karena bangunan terbelah. Penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

4. Kondisi pintu pengambilan air

Pintu pengambilan air hancur akibat terjangan banjir lahar dingin, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

5. Kondisi Peralatan Pemantau Banjir Sedimen dan Aliran Sungai

Terdapat peralatan pemantau aliran air sungai AWLR Station dalam kondisi rusak tidak berfungsi akibat terjangan banjir lahar dingin. Penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

6. Kondisi Sedimentasi di Bangunan Pengendali Sedimen

Permukaan sedimen menyamai permukaan pelimpah bangunan dan dipenuhi batuan besar menyebabkan bangunan tidak berfungsi optimal. Penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

7. Kondisi Sedimentasi ruas sungai di hulu dan hilir Bangunan

Permukaan sedimen hampir menyamai tinggi tebing rata-rata dipenuhi batuan besar dan sisa batang pohon seperti pada Gambar 4.5. Penulis memberikan nilai skala 2 (dua) untuk kondisi ini.



Gambar 4.5 Kondisi sedimentasi ruas sungai BPS Siman

Sumber : Hasil observasi lapangan

8. Kondisi penambangan pasir di sekitar BPS

Penambangan pasir bersifat ilegal dikarenakan ada papan peringatan melarang aktivitas penambangan pasir, lokasi penambangan mencapai kurang dari 100 meter dari tubuh bangunan pada Gambar 4.6. Tidak ada pengawasan dalam hal ini serta tidak sesuai Peraturan Daerah Kediri No 14 tahun 2011. Penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.



Gambar 4.6 Penambangan pasir di BPS Siman

Sumber : Hasil observasi lapangan

9. Kondisi Gerusan pondasi dam

Tidak terdapat kerusakan gerusan lokal di tubuh dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

10. Kondisi Abrasi di tubuh dam

Terdapat kerusakan abrasi parah tubuh dam utama di bagian kiri (patah hancur) Gambar 4.7, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

11. Kondisi selimut tubuh dam terkelupas

Terdapat kerusakan selimut beton terkelupas parah di tubuh dam utama di bagian kiri (hancur) Gambar 4.7, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

12. Kondisi retakan di tubuh dam

Terdapat kerusakan parah patah hancur di bagian kiri tubuh dam utama Gambar 4.7, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.



Gambar 4.7 Bagian kiri tubuh BPS Siman patah hancur
Sumber : Hasil observasi lapangan

13. Kondisi rembesan di tubuh dam

Tidak terdapat kerusakan rembesan di tubuh dam utama namun di tubuh dam utama di bagian kiripatah hancur Gambar 4.7, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

14. Kondisi sayap dam

Terdapat kerusakan parah patah hancur di bagian kiri tubuh dam utama Gambar 4.7, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

15. Kondisi Pelindung (buffer fill) dam

Terdapat kerusakan parah buffer fill kanan dan kiri tubuh dam runtuh, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

16. Kondisi tebing sungai di abutmen dam

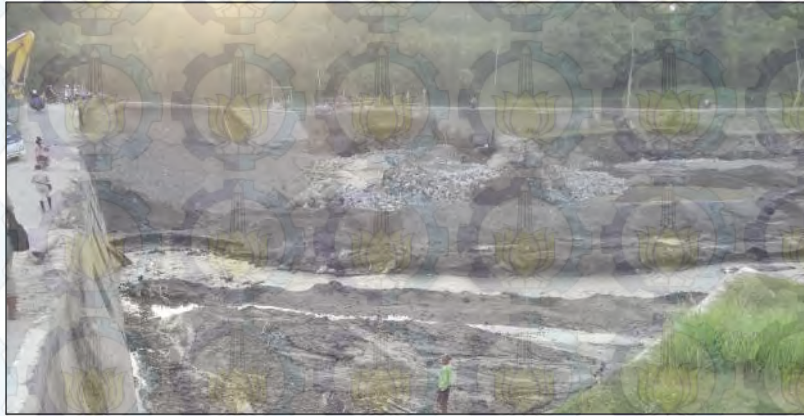
Terdapat kerusakan tebing sungai bagian kanan dan kiri dam tergerus, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

17. Kondisi lantai apron

Kondisi apron mengalami retak-retak ringan, penulis memberikan nilai skala 4 (empat) untuk kondisi ini.

18. Kondisi dinding apron

Dinding apron sebelah kanan runtuh dan tergerus. Gambar 4.8, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.



Gambar 4.8 Dinding apron sebelah kanan
Sumber : Hasil observasi lapangan

19. Kondisi gerusan pondasi subdam

Tidak terdapat gerusan pondasi, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

20. Kondisi abrasi di tubuh subdam

Tubuh subdam terkubur sedimen dianggap mengalami abrasi, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

21. Kondisi selimut tubuh subdam terkelupas

Tubuh subdam terkubur sedimen dianggap mengalami kerusakan selimut beton terkelupas, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.



Gambar 4.9 BPS Siman dari dilihat dari hilir
Sumber : Hasil observasi lapangan

22. Kondisi retakan di tubuh subdam

Tubuh subdam terkubur sedimen dianggap mengalami rembesan, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

23. Kondisi rembesan di tubuh subdam

Tubuh subdam terkubur sedimen dianggap mengalami rembesan, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

24. Kondisi sayap subdam

Sayap subdam sebelah kanan hancur Gambar 4.9, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

25. Kondisi pelindung (buffer fill) subdam

Pelindung mengalami rusak runtuh, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

26. Kondisi tebing sungai di abutment dam

Terdapat longsor tebing sungai di sebelah kanan dan kiri subdam dan cenderung berkembang namun subdam sebelah kiri masih berdiri penulis memberikan nilai skala 3 (tiga) kondisi ini.

b. BPS Lemurung

BPS Lemurung terletak di hilir BPS Siman, setelah erupsi kelud 2014 mengalami kerusakan parah. Tabel 4.3 adalah data teknis BPS Lemurung yang didapatkan penulis :

Tabel 4.3 Data teknis BPS Lemurung

| NO | VARIABEL | |
|----|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Nama Sungai | Konto |
| 2 | Nama Bangunan | Lemurung |
| 3 | Lokasi Bangunan | Ds.Brumbung, Kec. Kepung, Kab. Kediri |
| 4 | Koordinat Geografis | 112°18'21.9"BT, 7°48' 52.8"LS |
| 5 | Tahun Pembuatan | 2011 |
| 6 | Biaya Pembangunan/Sumber Dana | Rp. 4.495.165.000,00/ APBN. |
| 7 | Panjang | 40 meter |
| 8 | Lebar | 3 meter |
| 9 | Tinggi | 5 meter |
| 10 | Elevasi Puncak | 369 meter |
| 11 | Jenis Bangunan | Konsolidasi Dam |
| 12 | Jenis Perkerasan | Beton |
| 13 | Layanan tambahan | Irigasi, Pengamanan Bangunan |
| 14 | Volume Tampung | 20.000 m3 |

Sumber : BBWS Brantas

Penilaian kondisi BPS Lemurung yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut :

1. Kondisi jalan masuk

Kondisi jalan masuk menuju BPS Lemurung rusak berat serta tidak dapat dilewati kendaraan roda empat dan telah menjadi lahan sawahGambar 4.10, dianggap tidak mendukung kegiatan operasi pemeliharaan. Penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.



Gambar 4.10 Kondisi jalan masuk BPS Lemurung
Sumber : Hasil observasi lapangan

2. Kondisi tumbuh rumput/semak belukar

Kondisi bangunan ditumbuhi rumput atau semak belukar di beberapa tempat namun tidak lebat dan dianggap bisa berkembangGambar 4.11. Penulis memberikan nilai skala 4 (empat) atas kondisi ini.



Gambar 4.11 BPS Lemurung ditumbuhi rumput semak belukar

Sumber : Hasil observasi lapangan

3. Kondisi marka/portal jalan dan jembatan
BPS Lemurung tidak memiliki nilai tambah sebagai jalur transportasi atau jembatan, penulis memberikan nilai 0 (nol) atas kondisi ini.
4. Kondisi pintu pengambilan air
Pintu pengambilan air di BPS Lemurung dalam kondisi hancur dan terkubur dalam endapan tanah. Penulis memberikan nilai 1 (satu) atas kondisi ini.
5. Kondisi Peralatan Pemantau Banjir Sedimen dan Aliran Sungai
Tidak terdapat peralatan pemantau banjir sedimen dan aliran sungai. Penulis memberikan nilai skala 0 (nol) untuk kondisi ini.
6. Kondisi Sedimentasi di Bangunan Pengendali Sedimen
Permukaan sedimen di hulu BPS Lemurung hampir menyamai permukaan pelimpah, kanan kiri bagian hulu telah menjadi lahan pertanian, dianggap tidak maksimal dalam pengendalian sedimen. Penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.
7. Kondisi Sedimentasi ruas sungai di hulu dan hilir Bangunan
Ketinggian permukaan sedimen dari tebing sungai rata-rata kurang dari dua meter di hulu bangunan. Gambar 4.12 aliran banjir sedimen bisa meluap keluar sungai sehingga perlu normalisasi sedangkan di hilir ketinggian rata-rata dua meter dan terakumulasi di tepi kanan kiri badan sungai dianggap tidak mudah meluap keluar palung sungai. Penulis memberikan nilai skala 3 (tiga) untuk kondisi ini.



Gambar 4.12 Sedimentasi di hulu BPS Siman
Sumber : Hasil observasi lapangan

8. Kondisi penambangan pasir di sekitar BPS

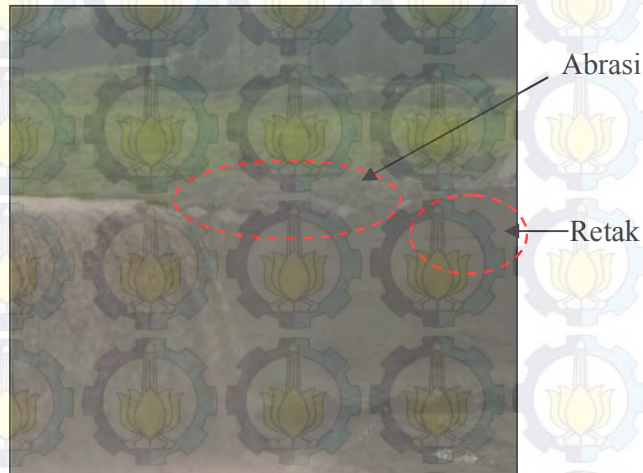
Penambangan pasir bersifat illegal dikarenakan ada papan peringatan melarang aktivitas penambangan pasir, lokasi penambangan mencapai kurang dari 100 meter dari tubuh bangunan pada Gambar 4.6. Tidak ada pengawasan dalam hal ini serta tidak sesuai Peraturan Daerah Kediri No 14 tahun 2011. Penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

9. Kondisi Gerusan pondasi dam

Terdapat gerusan local di hilir kiri dam utama, lebar gerusan belum mencapai sepertiga lebar tubuh bangunan dan belum mencapai dasar bangunan serta kerusakan cenderung berkembang dan bangunan dianggap tidak rawan runtuh. Penulis memberikan nilai skala 4 (empat) untuk kondisi ini.

10. Kondisi Abrasi di tubuh dam

Terdapat kerusakan abrasi di pelimpah dam utama dengan panjang kurang dari dua meter dan belum mencapai inti. Gambar 4.13, penulis memberikan nilai skala 4 (empat) untuk kondisi ini.



Gambar 4.13 Abrasi di tubuh BPS Lemurung
Sumber : Hasil observasi lapangan

11. Kondisi selimut tubuh dam terkelupas

Tidak ada kerusakan selimut tubuh dam terkelupas. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

12. Kondisi retakan di tubuh dam

Terdapat retakan di beberapa tempat di tubuh bangunan dengan panjang retakan kurang dari sepertiga tinggi bangunan. Penulis memberikan nilai skala 4 (empat) untuk kondisi ini.

13. Kondisi rembesan di tubuh dam

Terdapat rembesan air di beberapa bagian tubuh bangunan, tidak berwarna keruh namun cenderung tidak berkembang. Penulis memberikan nilai skala 4 (empat) untuk kondisi ini.

14. Kondisi sayap dam

Tidak terjadi kerusakan di bagian sayap dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

15. Kondisi Pelindung (buffer fill) dam

Tidak terjadi kerusakan di bagian pelindung dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

16. Kondisi tebing sungai di abutmen dam

Abutment di bagian hilir dam utama tidak mengalami longsor. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

17. Kondisi lantai apron

Sebagian besar lantai apron retak berlubang namun dinding apron tidak mengalami keruntuhan. Dam utama dan sub dam dianggap tidak mudah runtuh. Gambar 4.14. Penulis memberikan nilai skala 3 (tiga) untuk kondisi ini.



Gambar 4.14 kerusakan pada apron dan subdam BPS Lemurung
Sumber : Hasil observasi lapangan

18. Kondisi dinding apron

Dinding apron tidak mengalami retak maupun longsor, penulis memberikan nilai kondisi 5 (lima) untuk kondisi ini.

19. Kondisi gerusan pondasi subdam

Tidak terjadi gerusan lokal di subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

20. Kondisi abrasi di tubuh subdam

Pelimpah subdam mengalami kerusakan abrasi, penulis memberikan nilai skala 3 (tiga) untuk kondisi ini.

21. Kondisi selimut tubuh subdam terkelupas

Beberapa bagian tubuh subdam mengalami terkelupas, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

22. Kondisi retakan di tubuh subdam

Tertutup endapan aliran air sedimen tidak diketahui kondisi rembesan, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

23. Kondisi rembesan di tubuh subdam

Tertutup endapan aliran air sedimen tidak diketahui kondisi rembesan, penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.

24. Kondisi sayap subdam

Kondisi sayap subdam mengalami kerusakan terkelupas hingga bagian inti dengan panjang kerusakan kurang sepertiga panjang sayap. Penulis memberikan nilai skala 2 (dua) untuk kondisi ini.

25. Kondisi pelindung (buffer fill) subdam

Tidak terjadi kerusakan, Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

26. Kondisi tebing sungai di abutment dam

Kondisi tebing sungai di abutment subdam tidak rawan longsor. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

c. BPS KD VIII Damarwulan

BPS Damarwulan terletak di desa kandang dibangun berdekatan dengan jembatan kandang yang merupakan jalan lintas kabupaten.

Tabel 4.4 adalah data teknis BPS Damarwulan yang didapatkan penulis

Tabel 4.4 Data teknis BPS Damarwulan

| NO | VARIABEL | |
|----|-------------------------------|---|
| 1 | Nama Sungai | Konto |
| 2 | Nama Bangunan | Damarwulan |
| 3 | Lokasi Bangunan | Ds.Kandangan, Kec. Kandangan, Kab. Kediri |
| 4 | Koordinat Geografis | 112° 16' 42.3"BT, 7° 54' 34.4"LS |
| 5 | Tahun Pembuatan | 1993 |
| 6 | Biaya Pembangunan/Sumber Dana | Rp. 1.047.680.000,-/APBN |
| 7 | Panjang | 90.85 meter |
| 8 | Lebar | 3 meter |
| 9 | Tinggi | 6.7 meter |
| 10 | Elevasi Puncak | 168 meter |
| 11 | Jenis Bangunan | Konsolidasi Dam |
| 12 | Jenis Perkerasan | Beton |
| 13 | Layanan tambahan | Irigasi, Pengamanan Bangunan |
| 14 | Volume Tampung | 58.981 m ³ |

Sumber : BBWS Brantas

Penilaian kondisi BPS Damarwulan yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut :

1. Kondisi jalan masuk

Kondisi jalan masuk menuju BPS Damarwulan mudah dijangkau terletak di pinggir jalan lintas kabupaten dan berupa jalan makadam bergelombang serta bisa dilewati kendaraan roda empat atau lebih. Penulis memberikan nilai skala 4 (empat) untuk kondisi ini.

2. Kondisi tumbuh rumput/semak belukar

Kondisi bangunan tidak ditumbuhi rumput atau semak belukar. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) atas kondisi ini.

3. Kondisi marka/portal jalan dan jembatan

BPS Damarwulan tidak memiliki nilai tambah sebagai jalur transportasi atau jembatan. Penulis memberikan nilai skala 0 (nol) untuk kondisi ini.

4. Kondisi pintu pengambilan air

Pintu pengambilan air di BPS Damarwulan dalam kondisi baik tidak terdapat kerusakan berarti hanya ada satu roda kemudi yang perlu diberi pelumas. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

5. Kondisi Peralatan Pemantau Banjir Sedimen dan Aliran Sungai

Terdapat stasiun penakar curah hujan manual dan berfungsi dengan baik. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

6. Kondisi Sedimentasi di Bangunan Pengendali Sedimen

Permukaan sedimen di hulu BPS Damarwulan menyamai tinggi permukaan pelimpah, dianggap tidak maksimal dalam pengendalian sedimen. Penulis memberikan nilai 1 (satu) untuk kondisi ini.

7. Kondisi Sedimentasi ruas sungai di hulu dan hilir Bangunan

Ketinggian permukaan sedimen dari tebing sungai rata-rata dua meter dan banyak endapan sedimen di hulu dan hilir bangunan, aliran banjir sedimen bisa meluap keluar sungai sehingga perlu normalisasi. Penulis memberikan nilai 3 (tiga) untuk kondisi ini.

8. Kondisi penambangan pasir di sekitar BPS

Penambangan pasir bersifat ilegal dikarenakan ada papan peringatan melarang aktivitas penambangan pasir, lokasi penambangan mencapai kurang dari 100 meter dari tubuh bangunan Gambar 4.15 dan tidak ada pengawasan dalam hal ini serta tidak sesuai Peraturan Daerah Kediri No 14 tahun 2011. Penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.



Gambar 4.15 Sedimentasi dan penambangan pasir di BPS Damarwulan

Sumber : Hasil observasi lapangan

9. Kondisi Gerusan pondasi dam

Tidak terdapat kerusakan gerusan local di tubuh dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

10. Kondisi Abrasi di tubuh dam

Terdapat kerusakan kecil abrasi di tubuh dam tampak pada Gambar 4.16, penulis memberikan nilai skala 4 (empat) untuk kondisi ini.



Gambar 4.16 Abrasi di BPS Damarwulan

Sumber : Hasil observasi lapangan

11. Kondisi selimut tubuh dam terkelupas

Tidak terdapat kerusakan selimut beton di tubuh dam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

12. Kondisi retakan di tubuh dam

Tidak terdapat kerusakan retakan di tubuh dam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

13. Kondisi rembesan di tubuh dam

Tidak terdapat kerusakan berupa rembesan di tubuh dam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

14. Kondisi sayap dam

Tidak terjadi kerusakan di bagian sayap dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

15. Kondisi Pelindung (buffer fill) dam

Tidak terjadi kerusakan di bagian pelindung dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

16. Kondisi tebing sungai di abutmen dam

Tidak ada kerusakan longsor tebing sungai. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

17. Kondisi lantai apron

Lantai apron tidak mengalami kerusakan . Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

18. Kondisi dinding apron

Dinding apron tidak mengalami retak maupun longsor, penulis memberikan nilai kondisi 5 (lima) untuk kondisi ini.

19. Kondisi gerusan pondasi subdam

Tidak terdapat kerusakan gerusan local di tubuh subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

20. Kondisi abrasi di tubuh subdam

Tidak terdapat kerusakan abrasidi tubuh subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

21. Kondisi selimut tubuh subdam terkelupas

Tidak terdapat kerusakan selimut beton di tubuh subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

22. Kondisi retakan di tubuh subdam

Tidak terdapat kerusakan gerusan local di tubuh dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

23. Kondisi rembesan di tubuh subdam

Tidak terdapat kerusakan rembesan di tubuh subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

24. Kondisi sayap subdam

Tidak terdapat kerusakan pada sayap subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

25. Kondisi pelindung (buffer fill) subdam

Tidak terdapat kerusakan pada pelindung subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

26. Kondisi tebing sungai di abutment subdam

Kondisi tebing sungai di hilir subdam tidak rawan longsor. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

d. BPS KD XII Oro-oro ombo

BPS KD XII terletak di hilir BPS Damarwulan tepatnya di desa oro-oro ombo .Tabel 4.5 adalah data teknis BPS oro-oro ombo yang didapatkan penulis.

Tabel 4.5 Data teknis BPS Oro-oro Ombo

| NO | VARIABEL | |
|----|-------------------------------|---|
| 1 | Nama Sungai | Konto |
| 2 | Nama Bangunan | Oro-oro Ombo |
| 3 | Lokasi Bangunan | Ds.Oro-oro ombo, Kec. Pare, Kab. Kediri |
| 4 | Koordinat Geografis | 112° 14' 26.9"BT, 7° 43' 21.8"LS |
| 5 | Tahun Pembuatan | 1989 |
| 6 | Biaya Pembangunan/Sumber Dana | Rp.336.750.000,-/APBN |
| 7 | Panjang | 54 meter |
| 8 | Lebar | 4 meter |
| 9 | Tinggi | 4 meter |
| 10 | Elevasi Puncak | 108 meter |
| 11 | Jenis Bangunan | Konsolidasi Dam |
| 12 | Jenis Perkerasan | Beton |
| 13 | Layanan tambahan | Irigasi, Jembatan, Pengamanan Bangunan |
| 14 | Volume Tampung | 12.000 m ³ |

Sumber : BBWS Brantas

Penilaian kondisi BPS Oro-oro ombo yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut :

1. Kondisi jalan masuk

Kondisi jalan masuk menuju BPS Oro-oro ombo mudah dijangkau, beraspal tidak rusak serta bisa dilewati kendaraan roda empat atau lebih. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

2. Kondisi tumbuh rumput/semak belukar

Kondisi bangunan tidak ditumbuhi rumput atau semak belukar. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) atas kondisi ini.

3. Kondisi marka/portal jalan dan jembatan

BPS Oro-oro ombo memiliki nilai tambah sebagai jalur transportasi atau jembatan penghubung antar desa namun sebagian besar portal hilang sehingga membahayakan kendaraan yang melintas seperti Gambar 4.17 arus lalu lintas tidak padat. Penulis memberikan nilai skala 2 (dua) untuk kondisi ini.



Gambar 4.17 BPS Oro-oro ombo berfungsi sebagai jembatan desa
Sumber : Hasil observasi lapangan

4. Kondisi pintu pengambilan air

Pintu pengambilan air di BPS Oro-oro ombo dalam kondisi baik tidak terdapat kerusakan berarti, hanya ada satu roda kemudi yang perlu diberi pelumas. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

5. Kondisi Peralatan Pemantau Banjir Sedimen dan Aliran Sungai

Tidak terdapat peralatan pemantau banjir sedimen seperti AWLR dan ARR station. Penulis memberikan nilai skala 0 (nol) untuk kondisi ini.

6. Kondisi Sedimentasi di Bangunan Pengendali Sedimen

Permukaan sedimen di hulu BPS Oro-oro ombo menyamai setengah tinggi permukaan pelimpah, dianggap tidak maksimal dalam pengendalian sedimen. Penulis memberikan nilai 3 (tiga) untuk kondisi ini.

7. Kondisi Sedimentasi ruas sungai di hulu dan hilir Bangunan

Permukaan sedimen dari tebing sungai rata-rata dua meter dan banyak endapan sedimen di hulu bangunan, aliran banjir sedimen bisa meluap keluar sungai sehingga perlu normalisasi. Penulis memberikan nilai 3 (tiga) untuk kondisi ini.

8. Kondisi penambangan pasir di sekitar BPS

Penambangan pasir bersifat illegal dikarenakan ada papan peringatan melarang aktivitas penambangan pasir, lokasi penambangan mencapai kurang dari 100 meter dari tubuh bangunan Gambar 4.18 dan tidak ada pengawasan dalam hal ini serta tidak sesuai Peraturan Daerah Kediri No 14 tahun 2011. Penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.



Gambar 4.18 Penambangan pasir di BPS Oro-oro ombo
Sumber : Hasil observasi lapangan

9. Kondisi Gerusan pondasi dam

Tidak terdapat kerusakan gerusan local di tubuh dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

10. Kondisi Abrasi di tubuh dam

Tidak terdapat kerusakan abrasi di tubuh dam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

11. Kondisi selimut tubuh dam terkelupas

Tidak terdapat kerusakan selimut beton di tubuh dam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

12. Kondisi retakan di tubuh dam

Tidak terdapat kerusakan retakan di tubuh dam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

13. Kondisi rembesan di tubuh dam

Tidak terdapat kerusakan berupa rembesan di tubuh dam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

14. Kondisi sayap dam

Tidak terjadi kerusakan di bagian sayap dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

15. Kondisi Pelindung (buffer fill) dam

Tidak terjadi kerusakan di bagian pelindung dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

16. Kondisi tebing sungai di abutmen dam

Tidak ada kerusakan longsor tebing sungai. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

17. Kondisi lantai apron

Lantai apron tidak mengalami kerusakan . Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

18. Kondisi dinding apron

Dinding apron bagian kanan mengalami gerusan lokal dibagian dasar sepanjang hampir dua meter dan cenderung berkembang tampak Gambar 4.19, penulis memberikan nilai kondisi 3 (tiga) untuk kondisi ini.



Gambar 4.19 Gerusan di dasar dinding apron BPS Oro-oro ombo
Sumber : Hasil observasi lapangan

19. Kondisi gerusan pondasi subdam

Tidak terdapat kerusakan gerusan local di tubuh subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

20. Kondisi abrasi di tubuh subdam

Tidak terdapat kerusakan abrasidi tubuh subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

21. Kondisi selimut tubuh subdam terkelupas

Tidak terdapat kerusakan selimut beton di tubuh subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

22. Kondisi retakan di tubuh subdam

Tidak terdapat kerusakan gerusan local di tubuh dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

23. Kondisi rembesan di tubuh subdam

Tidak terdapat kerusakan rembesan di tubuh subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

24. Kondisi sayap subdam

Tidak terdapat kerusakan pada sayap subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

25. Kondisi pelindung (buffer fill) subdam

Sebagian pelindung subdam sebelah kanan mengalami retak dan terkelupas pasangan batu kali Gambar 4.20. Penulis memberikan nilai skala 3 (tiga) untuk kondisi ini.



Gambar 4.20 Dinding pelindung subdam runtuh

Sumber : Hasil observasi lapangan

26. Kondisi tebing sungai di abutment subdam

Kondisi tebing sungai di hilir subdam tidak rawan longsor. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

e. BPS KL 1 Badas

BPS KL 1 Badas terletak di desa badas memiliki kapasitas tampung sedimen terbesar. Tabel 4.6 adalah data teknis BPS Badas yang didapat penulis

Tabel 4.6 Data teknis BPS Badas

| NO | VARIABEL | |
|----|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Nama Sungai | Konto |
| 2 | Nama Bangunan | Kantong Lahar Badas |
| 3 | Lokasi Bangunan | Ds. Badas, Kec. Pare, Kab. Kediri |
| 4 | Koordinat Geografis | 112° 12' 56.9"BT, 7° 41' 58.2"LS |
| 5 | Tahun Pembuatan | 1975 |
| 6 | Biaya Pembangunan/Sumber Dana | Rp 50.000.000,-/APBN |
| 7 | Panjang | 94 meter |
| 8 | Lebar | 3 meter |
| 9 | Tinggi | 3.5 meter |
| 10 | Elevasi Puncak | 92.50 meter |
| 11 | Jenis Bangunan | Kantong Lahar |
| 12 | Jenis Perkerasan | Beton |
| 13 | Layanan tambahan | Irigasi, Pengamanan Bangunan |
| 14 | Volume Tampung | 2.000.000 m3 |

Sumber : BBWS Brantas

Penilaian kondisi bangunan yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut :

1. Kondisi jalan masuk

Kondisi jalan masuk menuju BPS Badas mudah dijangkau, tidak beraspal dan bergelombang serta bisa dilalui kendaraan roda empat atau lebih. Gambar 4.21. Penulis memberikan nilai skala 4 (empat) untuk kondisi ini.



Gambar 4.21 Kondisi jalan masuk BPS Badas
Sumber : Hasil observasi lapangan

2. Kondisi tumbuh rumput/semak belukar

Kondisi bangunan tidak ditumbuhi rumput atau semak belukar. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) atas kondisi ini.

3. Kondisi marka/portal jalan dan jembatan

BPS Badas tidak memiliki nilai tambah sebagai jalur transportasi. Penulis memberikan nilai skala 0 (nol) untuk kondisi ini.

4. Kondisi pintu pengambilan air

Pintu pengambilan air di BPS badasGambar 4.22tidak memiliki roda kemudi untuk membuka pintu air dan sedikit keretakan serta dikhawatirkan akan mengganggu proses pemberian air irigasi. Penulis memberikan nilai skala 3 (tiga) untuk kondisi ini.



Gambar 4.22 Pintu air irigasi BPS Badas

Sumber : Hasil observasi lapangan

5. Kondisi Peralatan Pemantau Banjir Sedimen dan Aliran Sungai
Tidak terdapat peralatan pemantau banjir sedimen ataupun pendukung seperti AWLR dan ARR station. Penulis memberikan nilai skala 0 (nol) untuk kondisi ini.
6. Kondisi Sedimentasi di Bangunan Pengendali Sedimen
Permukaan sedimen di hulu BPS Oro-oro ombo menyamai hampir permukaan pelimpah, dianggap tidak maksimal dalam pengendalian sedimen. Penulis memberikan nilai 2 (dua) untuk kondisi ini.
7. Kondisi Sedimentasi ruas sungai di hulu dan hilir Bangunan
Permukaan sedimen dari tebing sungai rata-rata dua meter dan banyak endapan sedimen di hulu bangunan, perlu normalisasi. Penulis memberikan nilai 3 (tiga) untuk kondisi ini.
8. Kondisi penambangan pasir di sekitar BPS
Penambangan pasir bersifat ilegal dikarenakan lokasi penambangan mencapai kurang dari 100 meter dari tubuh bangunan. Gambar 4.23 dan tidak ada pengawasan dalam hal ini serta tidak sesuai Peraturan Daerah Kediri No 14 tahun 2011. Penulis memberikan nilai skala 1 (satu) untuk kondisi ini.



Gambar 4.23 Penambangan pasir di BPS Badas
Sumber : Hasil observasi lapangan

9. Kondisi Gerusan pondasi dam

Tidak terdapat kerusakan gerusan local di tubuh dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

10. Kondisi Abrasi di tubuh dam

Tidak terdapat kerusakan abrasi di tubuh dam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

11. Kondisi selimut tubuh dam terkelupas

Tidak terdapat kerusakan selimut beton di tubuh dam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

12. Kondisi retakan di tubuh dam

Tidak terdapat kerusakan retakan di tubuh dam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

13. Kondisi rembesan di tubuh dam

Tidak terdapat kerusakan berupa rembesan di tubuh dam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

14. Kondisi sayap dam

Terdapat kerusakan ringan abrasi di sayap kanan dam utama, penulis memberikan nilai skala 4 (empat) untuk kondisi ini.

15. Kondisi Pelindung (buffer fill) dam

Tidak terjadi kerusakan di bagian pelindung dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

16. Kondisi tebing sungai di abutmen dam

Tidak ada kerusakan longsor tebing sungai. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

17. Kondisi lantai apron

Lantai apron tidak mengalami kerusakan . Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

18. Kondisi dinding apron

Tidak ada kerusakan longsor tebing sungai. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

19. Kondisi gerusan pondasi subdam

Tidak terdapat kerusakan gerusan local di tubuh subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

20. Kondisi abrasi di tubuh subdam

Tidak terdapat kerusakan abrasidi tubuh subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

21. Kondisi selimut tubuh subdam terkelupas

Tidak terdapat kerusakan selimut beton di tubuh subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

22. Kondisi retakan di tubuh subdam

Tidak terdapat kerusakan gerusan local di tubuh dam utama, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

23. Kondisi rembesan di tubuh subdam

Tidak terdapat kerusakan rembesan di tubuh subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

24. Kondisi sayap subdam

Tidak terdapat kerusakan pada sayap subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

25. Kondisi pelindung (buffer fill) subdam

Tidak terdapat kerusakan pada pelindung subdam, penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.

26. Kondisi tebing sungai di abutment subdam

Kondisi tebing sungai di hilir subdam tidak rawan longsor. Penulis memberikan nilai skala 5 (lima) untuk kondisi ini.



Gambar 4.24 Penampakan hilir BPS Badas
Sumber : Hasil observasi lapangan

4.2.2 Volume Tampungan

Erupsi gunung kelud tahun 2014 mengeluarkan material letusan yang mengendap di lereng-lereng gunung kelud. Pada saat terjadi hujan deras di kawasan gunung kelud maka campuran air hujan dengan material letusan menyebabkan material menjadi jenuh dan turun menjadi banjir lahar dingin ke sungai-sungai yang ada di bagian bawah yakni sungai nogo, sambong dan nambaan. Ketiga sungai ini bergabung menjadi satu dengan sungai/kali konto. Banjir lahar dingin dari ketiga sungai tersebut menambah pasokan jumlah sedimen yang masuk ke kali konto. Berdasarkan data kapasitas tampung serta kondisi aktual akhir 2014 kapasitas tampung sedimen BPS Kali Konto yang didapatkan penulis dari instansi BBWS Brantas tampak pada Tabel 4.7 :

Setelah terjadi banjir lahar dingin Kali Konto masih mendapat pasokan angkutan sedimen harian. Berdasarkan hasil perhitungan angkutan sedimen kemudian akan dibandingkan dengan keadaan tampungan sedimen masing-masing BPS sehingga bisa diketahui umur fungsi kemampuan BPS tersebut dalam menampung sedimen yang berasal dari Kali Konto di masa mendatang.

Tabel 4.7 Sisa kapasitas tampung BPS

| No | Lokasi | Kapasitas Tampung Desain (m ³) | Kapasitas 2014 (m ³) | Sisa (m ³) |
|----|---------------------|--|----------------------------------|------------------------|
| 1 | KD Siman | 20,000 | 20,000 | 0 |
| 2 | KD lemurung | 21,500 | 21,500 | 0 |
| 3 | KD VIII Damarwulan | 58,981 | 45,000 | 13,981 |
| 4 | KD X12 Oro-oro ombo | 12,600 | 12,000 | 600 |
| 5 | KL I Badas | 2,000,000 | 1,800,000 | 200,000 |
| | | | | |

Sumber : BBWS Brantas

4.3 Analisa Angkutan Sedimen

Analisa angkutan sedimen digunakan untuk menentukan perkiraan sisa umur layanan BPS dalam menampung sedimen. Untuk memperkirakan besar angkutan sedimen total perlu diketahui data-data dan parameter penunjang. Sedimen yang dihitung adalah angkutan sedimen yang melalui penampang sungai dimana lokasi penelitian dilakukan terletak di bagian hulu kali konto. Tepatnya lokasi penelitian berada di hulu Bangunan Pengendali Sedimen Siman Gambar 4.25. Penulis menggunakan data sekunder dari BBWS Brantas yakni berupa data sample sedimen dan debit sungai.

Data sekunder yang didapatkan merupakan hasil pengukuran setelah kejadian bencana banjir lahar dingin yakni awal tahun 2015 dan penulis menambahkan asumsi sebagai berikut :

1. Pada saat penelitian kondisi tampungan sedimen BPS Siman dan Lemurung sudah penuh.
2. Angkutan sedimen secara seri yakni BPS yang paling hulu akan terisi penuh terlebih dahulu kemudian BPS berikutnya disebelah hilir begitu seterusnya.
3. Berhubung keterbatasan data yang ada maka angkutan sedimen terhadap masing-masing BPS dianggap tetap.

Perhitungan angkutan sedimen total yang digunakan menggunakan beberapa formula yakni :

- a. *Yang's*
- b. *Engelund and Hansen*
- c. *Shen and Hung*.

Parameter penunjang yang diperlukan :

- a. Ukuran diameter sedimen (d)

Berdasarkan data hasil uji sedimen dari BBWS Brantas diketahui ukuran diameter sedimen :

- b. Rapat massa (density)
- c. Kecepatan jatuh (ω)

Kecepatan jatuh sedimen didapatkan apabila ukuran partikel sedimen dan diasumsikan shape faktor adalah 0.7, dari Gambar 2.8 bisa diinterpolasikan nilai kecepatan jatuh sedimen dengan diameter $d_{50}=0.335\text{mm}$ adalah 0.0301 meter/detik

- d. Viskositas kinematik (ν)

Merupakan ukuran bagi sifat hambatan bagi cairan, viskositas kinematik ini dipengaruhi oleh gravitasi.

- e. Kecepatan aliran rata-rata

Berdasarkan data yang didapat dari BBWS Brantas pada saat melakukan pengukuran didapatkan kecepatan rata-rata sungai Konto di bagian hulu adalah 0.334 meter/detik



Gambar 4.25 Lokasi penelitian data sekunder

Sumber : Google Earth

4.3.1 Kemiringan sungai rata-rata

Berdasarkan data sekunder dari BBWS Brantas dalam paket pekerjaan Pembangunan Bangunan Pengendali Sedimen Siman tahun 2011 didapatkan data kemiringan sungai rata-rata adalah 0.0040.

4.3.2 Metode Yang's

Diketahui data perhitungan angkutan sedimen total sebagaimana Tabel 4.8 berikut :

Tabel 4.8 Data teknis perhitungan angkutan sedimen

| Data | Nilai | Satuan |
|-------------------------------------|-------------|-------------------|
| Ukuran diameter sedimen(d_{50}) | 0.335 | mm |
| Kemiringan dasar sungai (S) | 0.004 | |
| Kedalaman sungai (D) | 1 | m |
| Lebar dasar sungai | 15 | m |
| Berat Jenis Sedimen (γ_s) | 2654 | kg/m ³ |
| Berat Jenis air (γ) | 1000 | kg/m ³ |
| Gravitasi | 9.81 | m/s ² |
| Kecepatan jatuh (ω) | 0.0301 | m/s ² |
| Void ratio | 41 | % |
| Viskositas Kinematik (ν) | 0.000001002 | m/s ² |

Sumber : Data Sekunder

Langkah-langkah perhitungannya adalah :

1. Hitung luas penampang (A)

Asumsi bentuk penampang melintang sungai seperti Gambar 4.26 dibawah



Gambar 4.26 asumsi bentuk penampang

$$\text{Luas : } L = W \cdot D + 2 \cdot D^2$$

$$= 15 \times 1 + 2 \times 1^2$$

$$= 17 \text{ m}^2$$

2. Hitung Keliling basah (P)

$$P = W + 2 \cdot \sqrt{5} \cdot D$$

$$P = 15 + 2 \times \sqrt{5} \times 1, P = 19.4721 \text{ m}$$

3. Hitung jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = 17/19.4721, R = 0.8730 \text{ m}$$

4. Hitung kecepatan geser (U^*)

$$U^* = (g \cdot R \cdot S)^{0.5}$$

$$U^* = (9.8 \times 0.8730 \times 0.004)^{0.5}, U^* = 0.185 \text{ m/s}$$

5. Hitung bilangan reynold (Re)

$$Re = \frac{U^* \cdot d_{50}}{\nu}$$

$$Re = (0.185 \times 0.000335) / 1.002 \times 10^{-6}, Re = 61.8497$$

6. Hitung Kecepatan kritis (V_{cr})

$$\frac{V_{cr}}{\omega} = 0.66 + \frac{2.5}{\log Re - 0.06}$$

$$\frac{V_{cr}}{\omega} = 2.10397$$

$$\text{Apabila nilai bilangan reynold } > 70, \text{ maka } \frac{V_{cr}}{\omega} = 2.05$$

7. Hitung konsentrasi sedimen (C_t)

$$\log C_t = 5.435 - 0.286 \cdot \log \frac{\omega \cdot d_{50}}{\nu}$$

$$- 0.457 \cdot \log \frac{U^*}{\omega} + (1.799$$

$$- 0.409 \cdot \log \frac{\omega \cdot d_{50}}{\nu} - 0.314 \cdot \log \frac{U^*}{\omega}) \log \left(\frac{VS}{\omega} - \frac{V_{cr} S}{\omega} \right)$$

$$\log \frac{\omega \cdot d_{50}}{\nu} = 1.00274$$

$$\log \frac{U^*}{\omega} = 0.78859, \frac{VS}{\omega} = 0.04439$$

$$\frac{V_{cr}S}{\omega} = 0.00842$$

$$\log \left(\frac{VS}{\omega} - \frac{V_{cr}S}{\omega} \right) = -1.44406$$

Substitusi parameter di atas dalam persamaan angkutan sedimen total Yang's

$$\begin{aligned} \log C_t &= 5.435 - 0.286 \times 1.00274 \\ &\quad - 0.457 \times 0.78859 + (1.799 \\ &\quad - 0.409 \times 1.00274 - 0.314 \times 0.86545) \times \log (0.04439 \\ &\quad - 0.00842) \end{aligned}$$

$$\text{Log } C_t = 3.1397745$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi Sedimen (Ct)} &= \mathbf{1379.67 \text{ ppm}} \text{ (part per million)} \\ &= 1379.67 \text{ mg/L} = \mathbf{0.00139767 \text{ kg/L}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit air} = Q_a &= A \cdot V = 17 \text{ m}^2 \times 0.334 \text{ m/detik} = 5.678 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 5678 \text{ Liter/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Muatan Sedimen (Qs)} &= C_t \times Q_a = 0.00139767 \text{ Kg/L} \times 5678 \text{ Liter/detik} \\ &= 7.83375 \text{ Kg/detik} \\ &= \mathbf{681.47 \text{ ton/hari}} \end{aligned}$$

4.3.3 Metode Engelund and Hansen

Diketahui data perhitungan angkutan sedimen total sebagaimana Tabel

4.8. Langkah awal perhitungan sama dengan langkah metode Yang's :

1. Hitung Tegangan Geser

$$\tau_0 = \gamma \times D \times S$$

$$R = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ m} \times 0.004 = 4 \text{ kg/m}^2$$

2. Hitung konsentrasi sedimen (qs)

$$q_s = 0.05 \times \gamma_s \times V^2 \left(\frac{d_{50}}{g \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_a} - 1 \right)} \right)^{\frac{1}{2}} \times \left(\frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma_a) d_{50}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$q_s = 0.05 \times 2654 \times 0.334^2 \left(\frac{0.000335}{9.8 \left(\frac{2654}{1000} - 1 \right)} \right)^{\frac{1}{2}} \times \left(\frac{4}{(2654 - 1000) 0.000335} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$q_s = 1.3053 \text{ (Kg/detik)/m}$ (untuk per meter lebar penampang)

Muatan Sedimen (Q_s) = $W \cdot q_s = 15 \times 1.3053 = 19.5802 \text{ kg/detik} = \mathbf{1691,73}$
ton/hari

Konsentrasi Sedimen (C_t) = $Q_s/Q_a = 0.00344843 \text{ kg/detik}$
= 3448.43 mg/L
= $\mathbf{3448.43 \text{ ppm}}$

4.3.4 Metode Shen and Hung

Diketahui data perhitungan angkutan sedimen total sebagaimana Tabel

4.8. Langkah awal perhitungan sama dengan langkah metode Yang's :

1. Hitung luas penampang (A)

$$\text{Luas : } L = W \cdot D + 2 \cdot D^2$$

$$= 15 \times 1 + 2 \times 1^2$$

$$= 17 \text{ m}^2$$

$$\log t = -107404.459 + 324214.747Y - 326309.589Y^2 + 109503872Y^3$$

$$Y = \left(\frac{VS^{0.57}}{\omega^{0.32}} \right)^{0.0075}$$

$$\log t = 2.48$$

$$C_t = \mathbf{301.02 \text{ ppm}} = 0.000301022 \text{ Kg/L}$$

$$Q_s = C_t \times Q_a = 1.709 \text{ Kg/detik} = \mathbf{147,67 \text{ ton/hari}}$$

Berdasarkan data sekunder yang didapat dari BBWS Brantas yakni data sedimen Kali Konto hasil uji laboratorium terhadap sedimen di Kali Konto setelah banjir lahar dingin didapatkan konsentrasi sedimen hasil pengukuran laboratorium adalah $\mathbf{1440 \text{ ppm}}$. Perbandingan hasil perhitungan konsentrasi tampak pada Gambar 4.27 menjadi acuan penulis menggunakan hasil pengukuran angkutan sedimen total menggunakan metode Yang's.

| Ct | Yang's | Engelund and Hansen | Shen and Hung | Lapangan |
|----|----------------|---------------------|---------------|-------------|
| | 1389,12 | 3448,43 | 301,02 | 1440 |

Gambar 4.27 Perbandingan hasil konsentrasi sedimen.

4.4 Analisa Potensi Pendapatan

BPS yang dilengkapi intake untuk irigasi melayani kebutuhan air irigasi pertanian untuk jaringan irigasi di sekitarnya. Itu berarti BPS tersebut memberikan sumbangan pendapatan pertanian terhadap bidang ekonomi Kabupaten Kediri.

Pendapatan atau keuntungan hasil pertanian pertahun di jaringan irigasi yang disuplai kebutuhan air oleh BPS di Kali Konto didapatkan dari hasil kali luas lahan dan jumlah panen serta keuntungan hasil panen per hektar. Keuntungan hasil panen per hektar merupakan hasil dari analisa usaha tani. untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh dari bidang pertanian maka dilakukan usaha analisa usaha tani di kabupaten Kediri. Berdasarkan data dari Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur tahun 2014 didapatkan hasil analisa keuntungan yang diterima petani setiap kali panen (1 tahun panen 2 kali) dalam lahan 1 ha adalah : Rp. 5.596.000 x 2 panen = Rp. 11.192.000,-

Tabel 4.9 Hasil analisa keuntungan

| Penggunaan | Luas (Ha) | Panen | Pendapatan (Rp/ha) | Total (Rp) |
|----------------------|-----------|-------|--------------------|-----------------------|
| SIMAN | | | | |
| Padi-padi | 100 | 2 | 5,596,000 | 1,119,200,000 |
| Keuntungan per tahun | | | | 1,119,200,000 |
| LEMURUNG | | | | |
| Padi-padi | 50 | 2 | 5,596,000 | 559,600,000 |
| Keuntungan per tahun | | | | 559,600,000 |
| DAMARWULAN | | | | |
| Padi-padi | 7812 | 2 | 5,596,000 | 87,431,904,000 |
| Keuntungan per tahun | | | | 87,431,904,000 |
| ORO-ORO OMBO | | | | |
| Padi-padi | 50 | 2 | 5,596,000 | 559,600,000 |
| Keuntungan per tahun | | | | 559,600,000 |
| BADAS | | | | |
| Padi-padi | 200 | 2 | 5,596,000 | 2,238,400,000 |
| Keuntungan per tahun | | | | 2,238,400,000 |

Sumber : Hasil perhitungan

Dengan asumsi bahwa pola tanam yang digunakan adalah padi-padi masa panen 2(dua) kali tiap tahun dan semua lahan digunakan maka hasil perhitungan potensi pendapatan masing-masing BPS terhadap layanan irigasi pertanian tampak pada Tabel 4.9 sedangkan analisa usaha tani tanaman padi tampak pada Tabel 4.10 dibawah ini

Tabel 4.10 Analisa usaha tani padi Kabupaten Kediri

| KOMODITAS: PADI | | | | | 1 ha |
|-----------------|------------------------------------|--------|----------|------------------|-------------------|
| No | Komponen Pengeluaran | Volume | Satuan | Harga (Rp) | Jumlah (Rp) |
| I. | A. Pengeluaran | | | | |
| | 1. Sewa Lahan | | | | |
| | a. Sewa Lahan | 1 | Ha | | 10.400.000 |
| | b. Pajak | 1 | Ha | | 400.000 |
| | | | | Total A | 10.800.000 |
| | B. Biaya Operasional | | | | |
| | 1. Persemaian | 11 | HKP | 35.000 | 385.000 |
| | 2. Pengolahan Tanah | | | | |
| | a. Membajak | | JKM | | 700.000 |
| | b. Menggaru/Meratakan | 20 | HKP | 35.000 | 700.000 |
| | c. Mencangkul | 30 | HKP | 35.000 | 1.050.000 |
| | 3. Penanaman dan Penyulaman | | BORONGAN | | 800.000 |
| | 4. Pemeliharaan | | | | |
| | a. Pemupukan | 30 | HKP | 35.000 | 1.050.000 |
| | b. Penyiangan | 40 | HKP | 35.000 | 1.400.000 |
| | c. Pemberantasan Hama Penyakit | 30 | HKP | 35.000 | 1.050.000 |
| | e. Pengaliran | 25 | HKP | 35.000 | 875.000 |
| | d. Panen | | BORONGAN | | 2.500.000 |
| | e. Pengangkutan | | | | |
| | 5. Bahan-bahan | | | | |
| | a. Benih | 7 | SAK | 50.000 | 350.000 |
| | b. Pupuk Kandang/Organik | 3500 | kg | 700 | 2.450.000 |
| | c. Pupuk Urea | 250 | kg | 1.800 | 450.000 |
| | d. Pupuk SP-36 | 100 | kg | 2.000 | 200.000 |
| | e. ZA | 200 | kg | 1.400 | 280.000 |
| | f. Phonska | 200 | kg | 2.300 | 460.000 |
| | g. Pestisida | | | | |
| | - Furadan | 7 | bks | 22.000 | 154.000 |
| | - Fungisida | 5 | Bks | 24.000 | 120.000 |
| | - Insektisida (Regent) | 2 | botol | 65.000 | 130.000 |
| | | | | Total B | 15.104.000 |
| | Total Biaya Produksi | | | Total A+B | 25.904.000 |
| II | Pendapatan | | | | |
| | 1. Harga Per Kg di Tingkat Petani | 1 | kg | 3.800 | 3.800 |
| | 2. Nilai Total Produksi/Pendapatan | 7.000 | kg | 4.500 | 31.500.000 |
| | Total Nilai/ Pendapatan | | | | 5.596.000 |
| III | Analisa Usaha Tani | | | | |
| | Total Biaya Produksi | | | | 25.904.000 |
| | Total Hasil/Pendapatan | | | | 31.500.000 |
| | Keuntungan | | | | 5.596.000 |
| IV | R/C | | | | 1,216 |

Sumber : Data sekunder Dinas Pertanian Jawa Timur

Keuntungan atau pendapatan hasil tani dari layanan irigasi ini juga berarti potensi kerugian yang didapat apabila BPS tidak mampu melayani

kebutuhan layanan irigasi. Hasil analisa ini menjadi inputan responden dalam menjawab kuesioner prioritas pemeliharaan.

4.4 Pembahasan dan prioritas pemeliharaan

Hasil observasi pengamatan di lapangan terhadap kondisi terkini BPS penelitian di Kali Konto berupa pemberian nilai skala terhadap kondisi masing-masing variabel pengamatan kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai akhir berupa nilai prosentase yang merepresentasikan nilai kondisi akhir BPS. Berdasarkan hasil observasi lapangan diketahui hal berikut :

1. Hanya ada 2 (dua) BPS penelitian yang memiliki nilai tambah sebagai Jembatan transportasi yakni BPS Siman dan Oro-oro ombo.
2. Jalan masuk menuju lokasi BPS Lemurung mengalami kerusakan akibat alih fungsi menjadi sawah.
3. Pintu pengambilan air BPS Siman dan Lemurung hancur akibat terjangan banjir lahar dingin sedangkan lainnya dalam kondisi normal.
4. Peralatan pemantau banjir sedimen terdapat di BPS Siman kondisi rusak parah dan di BPS Damarwulan masih berfungsi.
5. Semua BPS mengalami sedimentasi sehingga kapasitas tampung dalam kondisi penuh terjadi di BPS Siman dan Lemurung sedangkan BPS lainnya masih terdapat sisa tampungan.
6. Semua penambangan pasir di BPS penelitian termasuk illegal karena tidak sesuai peraturan daerah Kediri no 14 tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Kediri.
7. Gerusan lokal hanya terjadi di BPS Lemurung akibat kerusakan apron yang pecah akibat terjangan banjir lahar dingin yang membawa material seperti pasir, kerikil dan batuan sehingga aliran air menggerus dasar lantai.
8. Terdapat kerusakan abrasi di dam utama akibat terjangan banjir lahar dingin yang membawa material seperti pasir, kerikil dan batu di BPS Siman, Lemurung dan Damarwulan

9. Kerusakan di bagian sayap terdapat BPS Siman akibat benturan dengan material padat yang dibawa banjir lahar dingin.
10. Kerusakan di bagian apron pecah dan berlubang terdapat di BPS Lemurung akibat benturan dengan material padat yang dibawa banjir lahar dingin dan jatuh di apron..
11. BPS Siman mengalami kerusakan parah dengan hancurnya dam utama akibat terjangan banjir lahar dingin dengan material padat yang dibawa sedangkan BPS Siman dam utama hanya sedikit mengalami retak kecil.
12. Kerusakan side wall terdapat di BPS Siman akibat terjangan banjir lahar dingin.

Nilai prosentase akhir penilaian kondisi struktur BPS Kali Konto berdasarkan Peraturan Menteri PU PR no 13/PRT/M/2015 Tabel 2.2 tentang Penanggulangan Darurat Bencana adalah :

- | | | |
|---------------------|-----------|--------------|
| 1. BPS Siman | : 36.92 % | Rusak Berat |
| 2. BPS Lemurung | : 63.33 % | Rusak Sedang |
| 3. BPS Damarwulan | : 90.40 % | Baik |
| 4. BPS Oro-oro ombo | : 84 % | Rusak Sedang |
| 5. BPS Badas | : 90 % | Baik |

penelitian ini juga menggunakan klasifikasi kerusakan struktur bangunan sabo akibat banjir lahar dingin/sedimen oleh Fujita Tabel 2.1 sebagai sarana informasi. Daftar nilai prosentase kondisi dan kerusakan bangunan sabo tampak pada Tabel 4.12 sedangkan daftar bangunan yang mengalami kerusakan berdasarkan klasifikasi fujita pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Kerusakan berdasar klasifikasi fujita

| NO | NAMA BPS | DESKRIPSI | TIPE |
|----|---------------------|---|---------|
| 1 | Siman | Tubuh dam utama sebelah kiri patah hancur, sayap sub dam rusak berat | Tipe II |
| 2 | Lemurung | Abrasi di main dam, Lantai apron berlubang patah, Gerusan lokal di kaki hilir dam utama | Tipe II |
| 3 | KD VIII Damarwulan | Kondisi baik | - |
| 4 | KD XII Oro-oro Ombo | Kondisi baik | - |
| 5 | KL I Badas | Kondisi baik | - |

Sumber : Hasil analisa

Tabel 4.12 Nilai kondisi struktur BPS

| NO | BPS | NILAI | | |
|----|---------------------|-----------------------------|---|-------|
| 1 | Siman | Total Skore Hasil Inspeksi | 48 | |
| | | Total Item Kondisi Bangunan | 26 | |
| | | Total Skore Terbesar | 5 x 26 | 130 |
| | | Total Skore Seluruh Item | $(1 \times 26) + (2 \times 26) + (3 \times 26) + (4 \times 26) + (5 \times 26)$ | 390 |
| | | Prosentase Kondisi | $(48/390) \times 1 / (130/390) \times 100$ | 36.92 |
| | | Rekomendasi Pemeliharaan | Pemeliharaan Rehabilitatif | |
| 2 | Lemurung | Total Skore Hasil Inspeksi | 76 | |
| | | Total Item Kondisi Bangunan | 24 | |
| | | Total Skore Terbesar | 5 x 24 | 120 |
| | | Total Skore Seluruh Item | $(1 \times 24) + (2 \times 24) + (3 \times 24) + (4 \times 24) + (5 \times 24)$ | 360 |
| | | Prosentase Kondisi | $(76/360) \times 1 / (120/360) \times 100$ | 63.33 |
| | | Rekomendasi Pemeliharaan | Pemeliharaan Rehabilitatif | |
| 3 | KD VIII Damarwulan | Total Skore Hasil Inspeksi | 113 | |
| | | Total Item Kondisi Bangunan | 25 | |
| | | Total Skore Terbesar | 5 x 25 | 125 |
| | | Total Skore Seluruh Item | $(1 \times 25) + (2 \times 25) + (3 \times 25) + (4 \times 25) + (5 \times 25)$ | 375 |
| | | Prosentase Kondisi | $(113/375) \times 1 / (125/375) \times 100$ | 90.40 |
| | | Rekomendasi Pemeliharaan | Pemeliharaan Preventif | |
| 4 | KD XII Oro-oro Ombo | Total Skore Hasil Inspeksi | 105 | |
| | | Total Item Kondisi Bangunan | 25 | |
| | | Total Skore Terbesar | 5 x 25 | 125 |
| | | Total Skore Seluruh Item | $(1 \times 25) + (2 \times 25) + (3 \times 25) + (4 \times 25) + (5 \times 25)$ | 375 |
| | | Prosentase Kondisi | $(105/375) \times 1 / (125/375) \times 100$ | 84.00 |
| | | Rekomendasi Pemeliharaan | Pemeliharaan Korektif | |
| 5 | KL I Badas | Total Skore Hasil Inspeksi | 108 | |
| | | Total Item Kondisi Bangunan | 24 | |
| | | Total Skore Terbesar | 5 x 24 | 120 |
| | | Total Skore Seluruh Item | $(1 \times 24) + (2 \times 24) + (3 \times 24) + (4 \times 24) + (5 \times 24)$ | 360 |
| | | Prosentase Kondisi | $(114/360) \times 1 / (120/360) \times 100$ | 90.00 |
| | | Rekomendasi Pemeliharaan | Pemeliharaan Preventif | |

Sumber : Hasil perhitungan

Hasil rekapitulasi kondisi bangunan akan menjadi inputan yang diberikan kepada responden untuk menjadi bahan pertimbangan dalam menjawab kuesioner prioritas pengambilan keputusan.

Dalam analisa angkutan sedimen didapatkan perkiraan jumlah angkutan sedimen total yang terdapat di hulu Kali Konto, hasil tersebut kemudian dikorelasikan dengan kapasitas tampung tersisa di BPS penelitian untuk mendapatkan perkiraan lama umur fungsi BPS penelitian di masa datang dalam kapasitasnya menampung sedimen yang ada sebelum kapasitasnya penuh. Dari perhitungan yang dilakukan didapatkan volume angkutan sedimen total Tabel 4.13

Tabel 4.13 Volume angkutan sedimen total

| Metode | Muatan Sedimen (Ton/hari) | Muatan Sedimen (m ³ /hari) |
|---------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Yang's | 681,47 | 412 |
| Engelund and Hansen | 1691,73 | 1.023 |
| Shen and Hung | 147,68 | 89 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan menggunakan data kapasitas tampung tersisa Tabel 4.7 dan volume angkutan sedimen total dari perhitungan sebelumnya didapatkan sisa umur layanan BPS dalam menampung sedimen sebelum terisi penuh yakni pada hari ke $n - n(t=n)$ dari asumsi hari pertama angkutan sedimen dimulai ($t=0$). seperti pada Tabel 4.14.

Sisa umur layanan didapatkan dengan membagi kapasitas tersisa BPS dengan angkutan sedimen total dan menjumlahkan secara kumulatif terhadap waktu sisa umur layanan BPS sebelumnya (memperhatikan urutan BPS dari hulu ke arah hilir)

Tabel 4.14 Umur layanan BPS

| No | Lokasi | Sisa Kapasitas Tampung (m^3) | Volume Sedimen (m^3 /hari) | Penuh hari ke - (n) |
|----|---------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| 1 | KD Siman | 0 | 412 | - |
| 2 | KD Lemurung | 0 | 412 | - |
| 3 | KD VIII Damarwulan | 13,981 | 412 | 34 |
| 4 | KD X12 Oro-oro ombo | 600 | 412 | 36 |
| 5 | KL I Badas | 200,000 | 412 | 521 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Catatan : BPS Siman dan Lemurung kondisi sudah penuh, BPS Damarwulan terisi penuh pada hari ke 34, setelah itu BPS Oro-oro ombo terisi penuh pada hari ke 36 dan terakhir BPS Badas terisi penuh pada hari ke 521.

Dalam penelitian tentang pengambilan keputusan prioritas pemeliharaan Kali Konto ditentukan oleh kriteria-kriteria pada Tabel 2.6. Masing-masing kriteria akan dibandingkan satu sama lain untuk mengetahui bobot kriteria dalam pengambilan keputusan. Responden penelitian ini adalah pemangku kebijakan instansi terkait yakni Kepala Bidang Program dan Anggaran, Kepala Bidang PJPA, Kepala Bidang PJSA dan PPK Pengendalian lahar Gunung Kelud. Responden dianggap penulis memiliki kemampuan dan pengalaman serta posisinya dalam menentukan kebijakan terkait pemeliharaan BPS Kali Konto.

4.4.1 Hirarki Prioritas Pemeliharaan BPS

Penyusunan model AHP dibentuk berdasarkan kriteria dan alternatif sebelumnya Tabel 2.6 dan Gambar 4.2. Model AHP (*Analytical Hierarchy Process*) merupakan hirarki fungsional dengan inputan utama persepsi manusia dalam hal ini responden. Dengan metode ini suatu permasalahan yang komplek dipecah dalam beberapa kelompok yang kemudian diatur menjadi suatu hirarki. Dalam penelitian ini dilakukan pemecahan yaitu :

- a. Tujuan
Menentukan prioritas pemeliharaan BPS kali Konto
- b. Kriteria (level 1)

Kriteria yang digunakan terdiri dari Kondisi BPS, Volume tampung sisa, potensi pendapatan, Perlindungan Bangunan Hulu dan manfaat sosial.

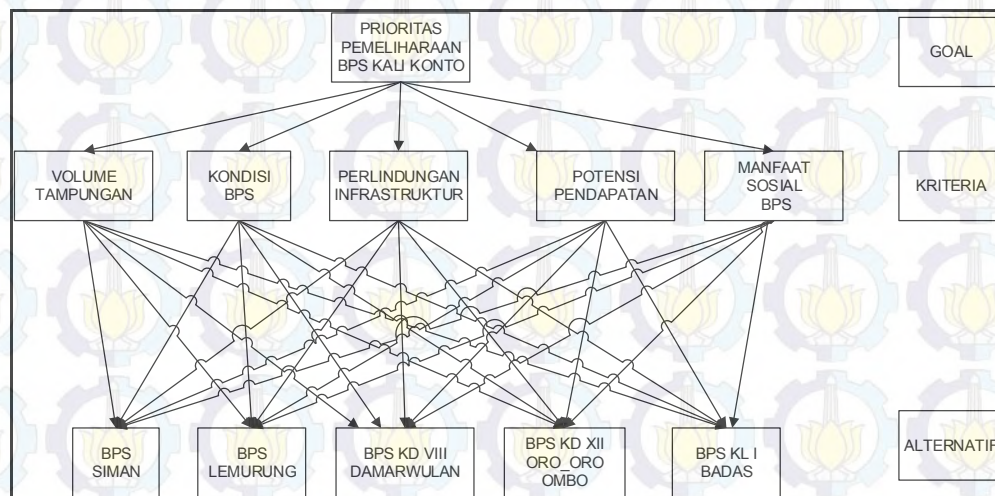
c. Alternatif (level 2)

Membandingkan masing-masing alternative lokasi dalam kriteria.

Alternatif tersebut adalah :

- BPS Siman
- BPS Lemurung
- BPS KD VIII Damarwulan
- BPS KD XII Oro-oro Ombo
- BPS KL I Badas

BPS tersebut menjadi alternative pilihan bagi para responden yang nantinya dipilih menurut pengetahuan, pengalaman dan jabatan berdasarkan kriteria kriteria yang ada dalam kuesioner AHP dengan bentuk matrik berpasangan. Model hirarki AHP dalam penelitian ini ada pada Gambar 4.28



Gambar 4.28 Model hirarki penentuan prioritas pemeliharaan BPS Kali Konto

4.4.2 Penyebaran Kuesioner

Penggunaan kuesioner bertujuan untuk menentukan prioritas pemeliharaan BPS. Dengan menggunakan perbandingan matriks berpasangan dimana skor yang

dipakai mengacu pada aturan *Saaty* yakni menggunakan angka 1-9 untuk menyatakan tingkatan pengaruh terhadap alternatif yang ada.

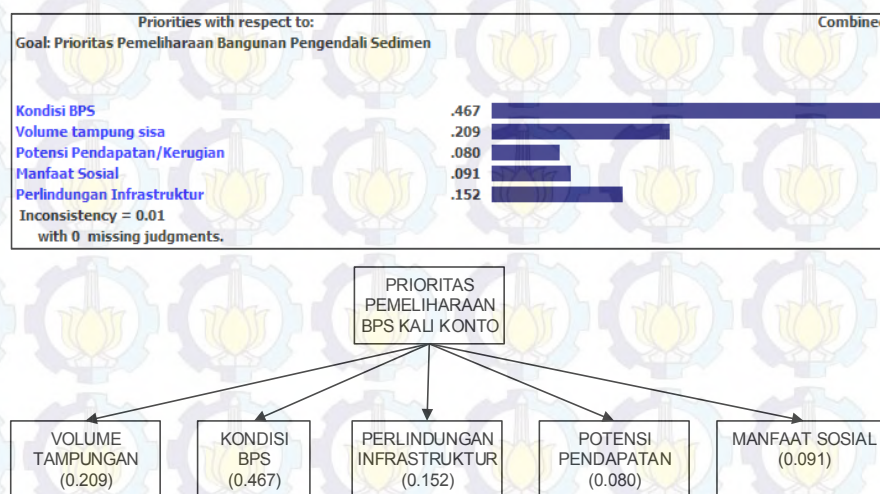
Responden pada kuesioner ini terdiri lima orang pemangku kebijakan di BBWS Brantas. Hasil dari kuesioner akan direkapitulasi menggunakan rata-rata Geometric yakni rata-rata yang diperoleh dengan mengalikan semua data dalam suatu kelompok sampel kemudia diakarpangkatkan dengan jumlah data sampel tersebut.

$$G = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n}$$

Dalam penelitian penulis menggunakan aplikasi bantu Expert Choice 11 untuk mengolah data hasil kuesioner. Dalam pengisian kuesioner responden akan diberikan rekapitulasi perhitungan analisa kriteria sebagai bahan pertimbangan responden dalam mengisi kuesioner.

4.4.3 Penentuan Level bobot kriteria

Pada penelitian ini terdapat 5 kriteria yang akan dibandingkan satu sama lain oleh reponden untuk mencari bobot kriteria. Setiap responden akan dianalisa perbandingan berpasangan dan perhitungan konsistensinya menggunakan fungsi pairwise dalam aplikasi Expert Choice 11 kemudian direkapitulasi secara keseluruhan menggunakan fungsi *combine* untuk mengetahui bobot kriteria pilihan responden secara keseluruhan . hasil dari bobot kriteria tampak pada Gambar 4.29



Gambar 4.29 Pembobotan level kriteria

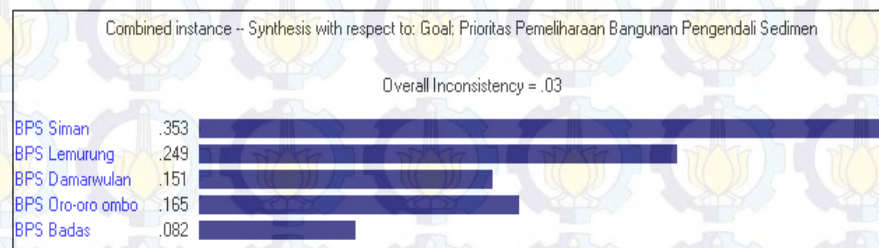
Proses AHP mulai dilakukan setelah didapatkan kriteria-kriteria yang digunakan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bobot nilai masing-masing kriteria satu sama lain (AHP level I) dimana nanti akan digunakan dalam perhitungan kombinasi pemilihan prioritas pemeliharaan BPS (AHP Level II).

Dari hasil perhitungan perbandingan berpasangan didapatkan nilai inkonsistensi sebesar 0.01. Syarat suatu perbandingan dianggap konsisten adalah apabila nilai inkonsistensi $< 0,1$ sehingga dalam perhitungan hasil kuesioner ini dianggap konsisten.

Diagram hirarki prioritas pemeliharaan BPS Kali Konto bobot dari kriteria Volume tampungan (0.209), Kondisi BPS (0.467), Perlindungan Infrastruktur (0.152), Potensi pendapatan (0.080) dan Manfaat sosial (0.091).

4.4.4 Penentuan level bobot alternatif

Pada level alternatif (AHP Level II), semua perhitungan perbandingan berpasangan dilakukan pada semua alternatif yang ada dari setiap responden. Dalam penilaian alternatif responden mendapatkan rekapitulasi kondisi BPS hasil analisa sebagai dasar pijakan dalam mengisi kuesioner. Hasil dari perbandingan tiap responden akan di *combine* untuk menghasilkan bobot prioritas alternative. Dari hasil rekapitulasi bobot alternatif akan diketahui alternative BPS dengan bobot terbesar untuk menjadi prioritas dalam pemeliharaan.



Gambar 4.30 Pembobotan level alternatif

Berdasarkan hasil perhitungan bobot alternatif keseluruhan dari inputan responden didapatkan urutan prioritas pemeliharaan BPS Kali Konto dengan mempertimbangkan bobot kriteria-kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya sebagai berikut :

1. BPS Siman dengan bobot (0.353)
2. BPS Lemurung dengan bobot (0.249)
3. BPS Oro-oro ombo dengan bobot (0.165)
4. BPS Damarwulan dengan bobot (0.151)
5. BPS KL 1 Badas dengan bobot (0.082)

Terdapat perbedaan urutan prioritas pemeliharaan apabila hanya menggunakan satu kriteria penilaian, sebagai contoh apabila digunakan kriteria penilaian kondisi BPS saja sebagai penentu prioritas pemeliharaan maka urutan prioritasnya adalah seperti pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Perbandingan urutan prioritas

| URUTAN PRIORITAS | METODE AHP (MULTI KRITERIA) | | SINGLE KRITERIA (KONDISI BPS) | |
|---------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| | LOKASI BPS | PROSENTASE (%) | LOKASI BPS | PROSENTASE (%) |
| 1 | BPS SIMAN | 35.3 | BPS SIMAN | 36.92 |
| 2 | BPS LEMURUNG | 24.9 | BPS LEMURUNG | 63.33 |
| 3 | BPS ORO-ORO OMBO | 16.5 | BPS ORO-ORO OMBO | 84 |
| 4 | BPS DAMARWULAN | 15.1 | BPS BADAS | 90 |
| 5 | BPS BADAS | 8.2 | BPS DAMARWULAN | 90.4 |

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 4.15 di atas urutan prioritas pemeliharaan menggunakan satu kriteria dalam hal ini kondisi BPS diurutkan dari skor terendah ke tertinggi berbeda dengan apabila menggunakan multi kriteria, dimana dengan penggunaan AHP BPS yang memiliki bobot terbesar menjadi urutan pertama prioritas pemeliharaan. Berdasarkan Tabel 4.15 urutan prioritas pemeliharaan relatif sama kecuali pada urutan BPS Damarwulan dan BPS Badas dikarenakan dengan metode AHP kriteria-kriteria lain yang digunakan bisa mempengaruhi hasil prioritas sesuai dengan bobot masing-masing kriteria.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

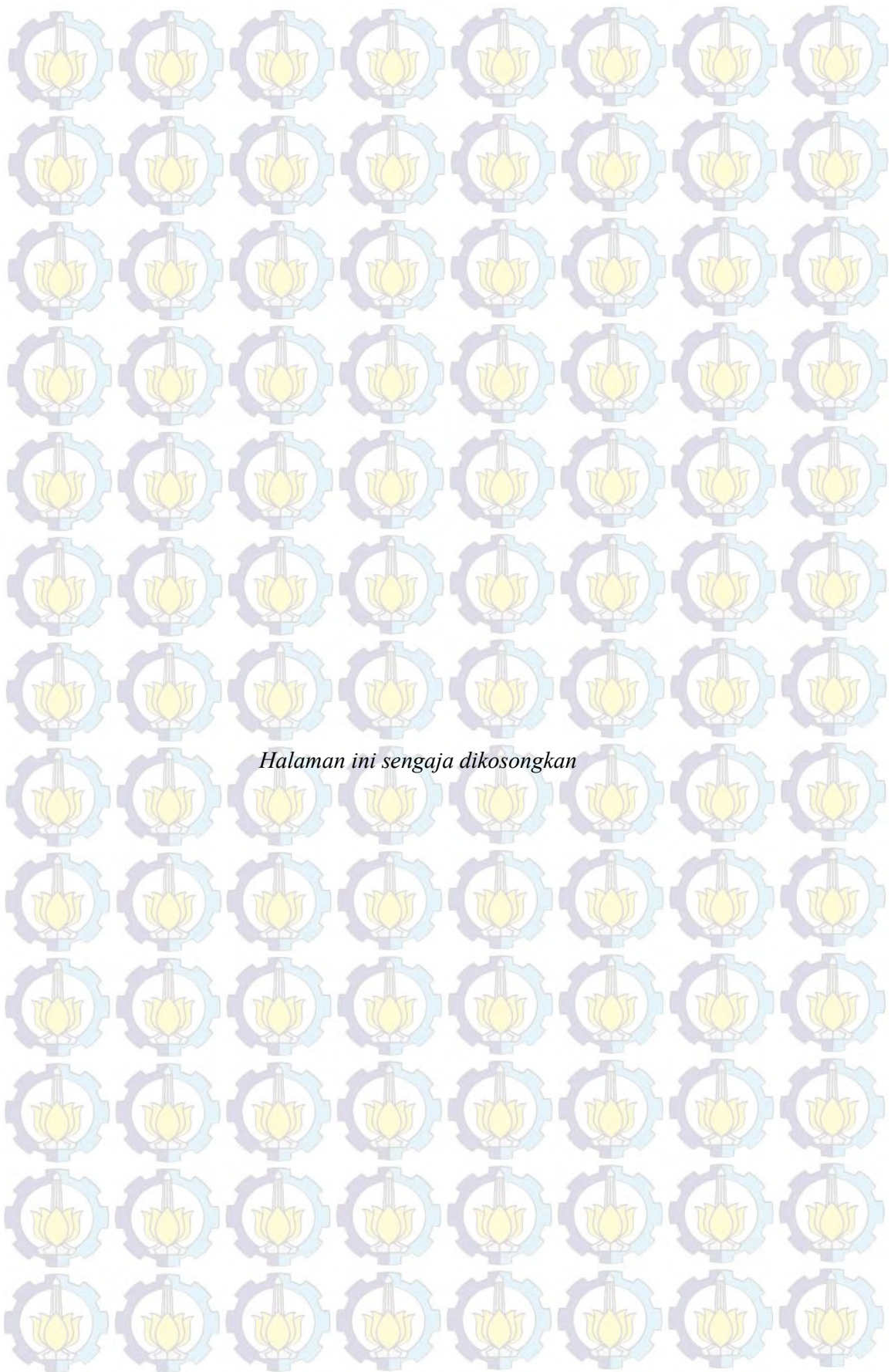
Dari pelaksanaan penelitian maka dengan mengacu pada tujuan penelitian terdapat beberapa hal yang dapat ditarik sebagai kesimpulan, yaitu:

1. Kondisi BPS yang menjadi obyek penelitian hasil dari penelitian adalah sebagai berikut :
 - a. BPS Siman kondisi rusak berat (36.92%)
 - b. BPS Lemurung kondisi rusak sedang (63.33%)
 - c. BPS Damarwulan kondisi baik (90.4%)
 - d. BPS Oro-oro ombo kondisi rusak ringan (84%)
 - e. BPS Badas kondisi baik (90%)
2. Kondisi kapasitas tampung sedimen BPS yang menjadi penelitian menunjukkan BPS Siman dan Lemurung tidak memiliki kapasitas tersisa untuk menampung sedimen di masa mendatang, BPS Damarwulan kapasitas tersisa (13.981m^3 akan penuh hari ke 34), BPS Oro-oro ombo kapasitas tersisa (600 m^3 akan penuh hari ke 35) dan BPS Badas tersisa kapasitas (200.000m^3 akan penuh hari ke 521)
3. Berdasarkan analisa AHP prioritas pemeliharaan BPS Kali Konto adalah prioritas pertama BPS Siman, prioritas kedua BPS Lemurung, prioritas ketiga BPS Oro-oro ombo, Prioritas Keempat BPS Damarwulan dan terakhir BPS Badas.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka saran yang dapat diberikan, antara lain :

1. Lokasi BPS penelitian tidak terbatas di Kali Konto saja tetapi semua sungai berhulu di gunung kelud termasuk kewenangan instansi lain.
2. Menambah kriteria lain seperti penambangan pasir, perhitungan biaya OP BPS.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

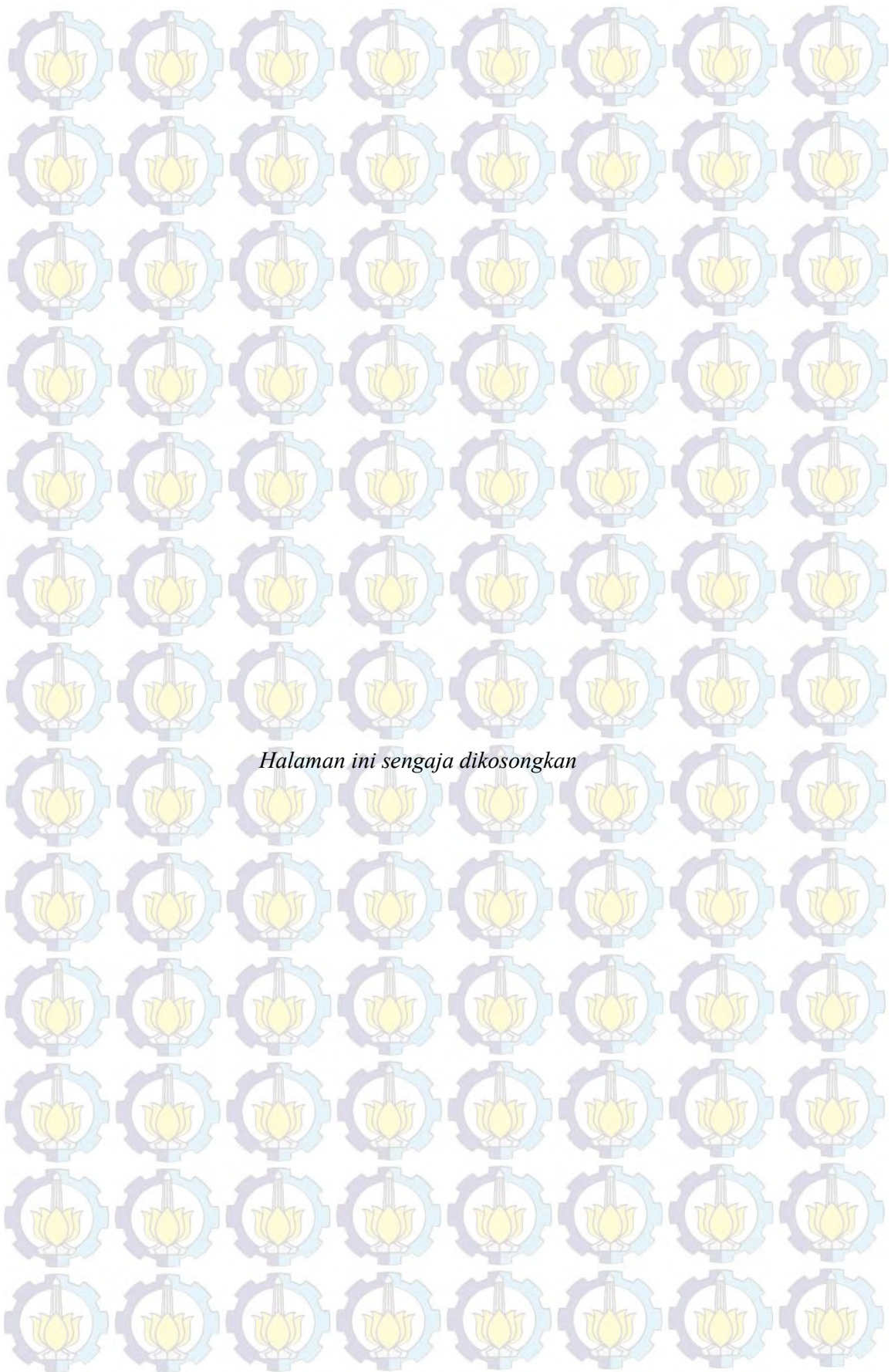
Dari pelaksanaan penelitian maka dengan mengacu pada tujuan penelitian terdapat beberapa hal yang dapat ditarik sebagai kesimpulan, yaitu:

1. Kondisi BPS yang menjadi obyek penelitian hasil dari penelitian adalah sebagai berikut :
 - a. BPS Siman kondisi rusak berat (36.92%)
 - b. BPS Lemurung kondisi rusak sedang (63.33%)
 - c. BPS Damarwulan kondisi baik (90.4%)
 - d. BPS Oro-oro ombo kondisi rusak ringan (84%)
 - e. BPS Badas kondisi baik (90%)
2. Kondisi kapasitas tampung sedimen BPS yang menjadi penelitian menunjukkan BPS Siman dan Lemurung tidak memiliki kapasitas tersisa untuk menampung sedimen di masa mendatang, BPS Damarwulan kapasitas tersisa (13.981m^3 akan penuh hari ke 34), BPS Oro-oro ombo kapasitas tersisa (600 m^3 akan penuh hari ke 35) dan BPS Badas tersisa kapasitas (200.000m^3 akan penuh hari ke 521)
3. Berdasarkan analisa AHP prioritas pemeliharaan BPS Kali Konto adalah prioritas pertama BPS Siman, prioritas kedua BPS Lemurung, prioritas ketiga BPS Oro-oro ombo, Prioritas Keempat BPS Damarwulan dan terakhir BPS Badas.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka saran yang dapat diberikan, antara lain :

1. Lokasi BPS penelitian tidak terbatas di Kali Konto saja tetapi semua sungai berhulu di gunung kelud termasuk kewenangan instansi lain.
2. Menambah kriteria lain seperti penambangan pasir, perhitungan biaya OP BPS.



DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. (2012). *Evaluasi jembatan dan dam sabo di Sungai Gendol Yogyakarta pasca erupsi Gunung Merapi 2010*. Yogyakarta: UGM.
- Direktur Jenderal Sumber Daya Air. (2013). *Operasi Pemeliharaan Prasarana Sungai serta pemeliharaan sungai*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Griffin, R. W. (2006). *Bussiness 8th Edition*.
- Hariyono. (2012). *Diklat Teknis Manajemen Aset Daerah*. Jakarta: Sekolah Tinggi Akuntansi Negara.
- Kementerian Keuangan . (2005). *Peraturan Pemerintah Nomor 24 tahun 2005 Standar Akuntansi Pemerintah*. Jakarta: Kementerian Keuangan.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2014). *Bangunan Pengendali Sedimen*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). *Peraturan Menteri No 13/PRT/M/2015 tentang Penanggulangan Darurat Bencana*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). *Peraturan Menteri No 18 /PRT/M/2015 tentang iuran eksploitasi dan pemeliharaan bangunan pengairan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kesumo, R. W. (2012). *Penilaian kondisi struktur sebagai pendukung strategi pemeliharaan dan pengambilan keputusan bangunan sabo di Yogyakarta*. Yogyakarta: UGM.
- Mardijanto, I. (2011). *Perencanaan Teknis Sabo*. Yogyakarta: BBWS Serayu Opak.
- Masaharu, F., Hiroshi, T., S, M., & Y, G. (2011). A study on the precessof collapse of sabo structures due to floods after Mt Merapi eruption in 2010. *the 9th International symposium on Mitigation of Geo-disaster in Asia*, 137-143.

Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Wardoyo, W. (2013). Analysing Sediment Transport Mechanism and Related Hydraulic Structure Damage after Mt. Merapi Eruption in Gendol River. *Journal of Basic and Applied Textroad Publication*, 849-857.

YACHIYOU ENGINEERING CO.LTD. (2012). *Urgent Disaster Reduction Project for Mt. Merapi, Progo River Basin (IP-524) Operation and Maintenance for Sabo Facility (Final*. YACHIYOU ENGINEERING CO.LTD.

Yayasan Air Adhi Eka dan Japan International Cooperation Agency. (2009). *SABO untuk Penanggulangan Bencana Akibat Aliran Sedimen*. Jakarta: Yayasan Air Adhi Eka dan Japan International Cooperation Agency.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Form Inspeksi

| DATA PRASARANA | | | | | | | | | | |
|---|---|--|------------|-------------|-----------------------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| Nama/Kode Prasarana | | | | | Pelaksanaan Fisik | Tahun | Biaya, Rp | Sumber Dana | | |
| Nama Sungai | | | | | Selesai dibangun | | | | | |
| Lokasi | Desa | | | | Diperbaiki 1 | | | | | |
| | Kecamatan | | | | Diperbaiki 1 | | | | | |
| | Kabupaten | | | | Direhabilitasi | | | | | |
| | Propinsi | | | | Direktifikasi | | | | | |
| Panjang dam (m) | Dasar dam | | Crest dam | | | Sayap kiri | | Sayap kanan | | |
| | Lebar, (m) | Elevasi (m) | Lebar (m) | Tinggi, (m) | Elevasi (m) | Lebar, (m) | Tinggi, (m) | Elevasi, (m) | Lebar, (m) | Tinggi, (m) |
| | | | | | | | | | | |
| Material Inti | Selimut crest | | | | Bahan selimut dinding | | | | | |
| | Material | | Tebal (m) | | Material | | Tebal (m) | | | |
| | | | | | | | | | | |
| KONDISI AKTUAL BANGUNAN | | | | | | | | | | Table 3.2 |
| Kondisi jalan masuk ke lokasi. | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 1 |
| Kondisi tumbuhan liar (rumput/semak belukar/gulma). | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 2 |
| Kondisi marka/portal di cekdam / tanggul. | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 3 |
| Kondisi pintu pengambilan air | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No.4 |
| Kondisi peralatan pemantau banjir sedimen | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No.5 |
| Kondisi sedimentasi di cekdam | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 6 |
| Kondisi sedimentasi ruas sungai di hulu dan hilir cek dam | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 8 |
| Kondisi penambangan di cekdam / ruas sungai | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 9 |
| Kondisi Dam Utama | Kondisi gerusan pondasi dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 10 |
| | Kondisi abrasi di tubuh dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 11 |
| | Kondisi selimut tubuh dam terkelupas | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 12 |
| | Kondisi retakan di tubuh dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 13 |
| | Kondisi rembesan di tubuh dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 14 |
| | Kondisi kerusakan sayap dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 15 |
| | Kondisi pelindung (buffer fill) dam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 17 |
| Kondisi Apron | Kondisi lantai | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 19 |
| | Kondisi dinding | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 19 |
| Kondisi Subdam | Kondisi gerusan pondasi subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 10 |
| | Kondisi abrasi di tubuh subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 11 |
| | Kondisi selimut tubuh subdam terkelupas | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 12 |
| | Kondisi retakan di tubuh subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 13 |
| | Kondisi rembesan di tubuh subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 14 |
| | Kondisi sayap subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 15 |
| | Kondisi pelindung (buffer fill) subdam | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 17 |
| Kondisi tebing sungai di abutmen subdam | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | No. 18 |
| Keterangan ; | | Lingkari kondisi kerusakan berdasarkan Tabel 2 menurut angka-angka dalam No tersebut | | | | | | | | |
| Tanggal Inspeksi | | Catatan Inspeksi | | | | | | | | |
| Petugas Inspeksi-1 | | | | | | | | | | |
| Petugas Inspeksi-2 | | | | | | | | | | |
| Petugas Inspeksi-3 | | | | | | | | | | |
| Tanggal Penelusuran | | | | | | | | | | |
| Petugas Inspeksi-1 | | | | | | | | | | |
| Petugas Inspeksi-2 | | | | | | | | | | |
| Petugas Inspeksi-3 | | | | | | | | | | |
| Tanggal Inspeksi | | | | | | | | | | |



Lampiran 2 Kuesioner AHP

KUISIONER PENELITIAN

I. Umum

Responden yang terhormat,

Bersama ini saya mengharapkan kesediaan waktu Anda untuk mengisi kuisisioner sesuai dengan penilaian Anda. Pertanyaan yang ada di kuisisioner ini bertujuan untuk melengkapi data penelitian dalam rangka penyusunan thesis dengan judul:

PRIORITAS PEMELIHARAAN BANGUNAN PENGENDALI SEDIMEN PASCA ERUPSI GUNUNG KELUD 2014

II. Identitas Responden

Nama :

Jabatan :

Usia :

III. Petunjuk Pengisian

Berilah tanda ceklist (\checkmark) pada kolom skala kriteria (A) atau pada kolom skala kriteria (B) yang sesuai dengan pendapat anda.

Defenisi Kode:

1: kedua kriteria sama penting

3: kriteria (A) sedikit lebih penting dibanding dengan (B)

5: kriteria (A) lebih penting dibanding dengan (B)

7: kriteria (A) sangat lebih penting dibanding dengan (B)

9: kriteria (A) mutlak lebih penting dibanding dengan (B)

***berlaku sebaliknya**

Contoh:

Dalam mengambil keputusan untuk membeli handphone seberapa pentingkah pertimbangan:

| No | Kriteria | Skala | | | | | | | | | Kriteria |
|----|----------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| | | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| 1 | Harga | | V | | | | | | | | Atribut Produk |

Jika anda memberi tanda (\checkmark) pada skala 7 dikolom A, maka artinya adalah kriteria A dalam contoh ini harga sangat lebih penting dibanding dengan kriteria B dalam contoh ini atribut produk. Akan tetapi jika anda merasa kriteria B sangat lebih penting dibanding dengan kriteria A (Harga) maka pengisian kolomnya adalah seperti table di halaman berikut:

| No | Kriteria | Skala | | | | | | | | | Kriteria |
|----|----------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| | | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| 1 | Harga | | | | | | | | V | | Atribut Produk |

IV. Pertanyaan

- a. Upaya pemeliharaan Bangunan Pengendali Sedimen (BPS) di Kali Konto selalu terkendala permasalahan dana yang tidak mencukupi. Oleh karena itu dilakukan prioritas pemeliharaan berdasarkan kriteria-kriteria yang ada. Untuk melakukan pengambilan keputusan tersebut, seberapa pentingkah anda mempertimbangkan kriteria dibawah ini :

| No | Kriteria | Skala | | | | | | | | | Kriteria |
|----|-------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------------|
| | | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| 1 | Kondisi BPS | | | | | | | | | | Volume Tampung sisa |
| 2 | Kondisi BPS | | | | | | | | | | Potensi Pendapatan |
| 3 | Kondisi BPS | | | | | | | | | | Perlindungan Infrastruktur |
| 4 | Kondisi BPS | | | | | | | | | | Manfaat Sosial |

| No | Kriteria | Skala | | | | | | | | | Kriteria |
|----|---------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------------|
| | | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| 1 | Volume tampung sisa | | | | | | | | | | Potensi Pendapatan |
| 2 | Volume tampung sisa | | | | | | | | | | Perlindungan Infrastruktur |
| 3 | Volume tampung sisa | | | | | | | | | | Manfaat Sosial |

| No | Kriteria | Skala | | | | | | | | | Kriteria |
|----|--------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------------|
| | | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| 1 | Potensi Pendapatan | | | | | | | | | | Perlindungan Infrastruktur |
| 2 | Potensi Pendapatan | | | | | | | | | | Manfaat Sosial |

| No | Kriteria | Skala | | | | | | | | | Kriteria |
|----|----------------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| | | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| 1 | Perlindungan Infrastruktur | | | | | | | | | | Manfaat Sosial |

**DATA REKAPITULASI KONDISI BANGUNAN PENGENDALI SEDIMEN
KALI KONT0 2015**

| NO | BPS | KONDISI (%) | VOLUME TAMPUNGAN | | | IRIGASI (Padi 2x panen) | | | FAKTOR PERLINDUNGAN | MANFAAT SOSIAL |
|----|---------------------|-------------|------------------|------------------|-----------|--------------------------|--------------------|------------------|--|---|
| | | | DESAIN (m²) | AKTUAL 2014 (m³) | SISA (m³) | LUAS (Ha) | PENDAPATAN (Rp/Ha) | PENDAPATAN TOTAL | | |
| 1 | Siman | 36.92 | 20,000 | 20,000 | 0 | 100 | 5,596,000 | 1,119,200,000 | Melindungi saluran Shypon Waduk Siman | Berfungsi sebagai jembatan desa, memiliki intake irigasi, penambangan pasir galian. |
| 2 | Lemurung | 63.33 | 20,000 | 20,000 | 0 | 50 | 5,596,000 | 559,600,000 | - | Tempat penambangan pasir |
| 3 | KD VIII Damarwulan | 90.40 | 58,981 | 45,000 | 13,981 | 7,182 | 5,596,000 | 80,380,944,000 | Melindungi infrastruktur jembatan kandang | Memiliki intake irigasi, tempat penambangan pasir |
| 4 | KD XII Oro-oro Ombo | 84.00 | 12,600 | 12,000 | 600 | 50 | 5,596,000 | 559,600,000 | - | Berfungsi sebagai jembatan desa, memiliki intake irigasi, penambangan pasir galian. |
| 5 | KL I Badas | 90.00 | 2,000,000 | 1,800,000 | 200,000 | 200 | 5,596,000 | 2,238,400,000 | Melindungi infrastruktur jembatan Kediri-Jombang | Tempat penambangan pasir, areal persawahan |

Perbandingan Berpasangan Kriteria "VOLUME TAMPUNGAN SISA"

| Menurut Anda dari kriteria "VOLUME TAMPUNGAN SISA", BPS manakah yang terpenting ditinjau dari kriteria tersebut | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------|-----|
| NO | BPS | SKALA | | | | | | | | | | | | | | | | | | BPS |
| | | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| 1 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | LEMURUNG | |
| 2 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD VIII DAMARWULAN | |
| 3 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 4 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 5 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD VIII DAMARWULAN | |
| 6 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 7 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 8 | KD VIII DAMARWULAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 9 | KD VIII DAMARWULAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 10 | KD XII ORO-ORO OMBO | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |

Perbandingan Berpasangan Kriteria "PERLINDUNGAN INFRASTRUKTUR"

| Menurut Anda dari kriteria "PERLINDUNGAN INFRASTRUKTUR", BPS manakah yang terpenting ditinjau dari kriteria tersebut | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------|-----|
| NO | BPS | SKALA | | | | | | | | | | | | | | | | | | BPS |
| | | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| 1 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | LEMURUNG | |
| 2 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD VIII DAMARWULAN | |
| 3 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 4 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 5 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD VIII DAMARWULAN | |
| 6 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 7 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 8 | KD VIII DAMARWULAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 9 | KD VIII DAMARWULAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 10 | KD XII ORO-ORO OMBO | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |

Perbandingan Berpasangan Kriteria "KONDISI BPS"

| Menurut Anda dari kriteria "KONDISI BPS", BPS manakah yang terpenting ditinjau dari kriteria tersebut | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------|-----|
| NO | BPS | SKALA | | | | | | | | | | | | | | | | | | BPS |
| | | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| 1 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | LEMURUNG | |
| 2 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD VIII DAMARWULAN | |
| 3 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 4 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 5 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD VIII DAMARWULAN | |
| 6 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 7 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 8 | KD VIII DAMARWULAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 9 | KD VIII DAMARWULAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 10 | KD XII ORO-ORO OMBO | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |

Perbandingan Berpasangan Kriteria "POTENSI PENDAPATAN"

| Menurut Anda dari kriteria "POTENSI PENDAPATAN", BPS manakah yang terpenting ditinjau dari kriteria tersebut | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------|-----|
| NO | BPS | SKALA | | | | | | | | | | | | | | | | | | BPS |
| | | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| 1 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | LEMURUNG | |
| 2 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD VIII DAMARWULAN | |
| 3 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 4 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 5 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD VIII DAMARWULAN | |
| 6 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 7 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 8 | KD VIII DAMARWULAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 9 | KD VIII DAMARWULAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 10 | KD XII ORO-ORO OMBO | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |

Perbandingan Berpasangan Kriteria "MANFAAT SOSIAL"

| Menurut Anda dari kriteria "MANFAAT SOSIAL", BPS manakah yang terpenting ditinjau dari kriteria tersebut | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------|-----|
| NO | BPS | SKALA | | | | | | | | | | | | | | | | | | BPS |
| | | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| 1 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | LEMURUNG | |
| 2 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD VIII DAMARWULAN | |
| 3 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 4 | SIMAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 5 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD VIII DAMARWULAN | |
| 6 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 7 | LEMURUNG | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 8 | KD VIII DAMARWULAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KD XII ORO-ORO OMBO | |
| 9 | KD VIII DAMARWULAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |
| 10 | KD XII ORO-ORO OMBO | | | | | | | | | | | | | | | | | | KL I BADAS | |

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama Dita Widyoputro, lahir di Jember pada tanggal 15 Juli 1985. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari jenjang sekolah dasar di SD Alfurqan Jember, kemudian melanjutkan ke sekolah menengah di SMP Negeri 2 Jember dan SMA Negeri 5 Surabaya. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan jenjang pendidikan di Institut Teknologi 10 Nopember Surabaya pada tahun 2003 hingga tahun 2008 jurusan Teknik Informatika.

Setelah lulus S1, penulis pernah bekerja di sebuah Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo sebagai staf IT hingga akhirnya pada tahun 2010 penulis diterima sebagai Pegawai Negeri Sipil di Kementerian Pekerjaan Umum sampai dengan sekarang. Pada awal tahun 2013, penulis mendapatkan tugas belajar di Program Magister (S2) Bidang Manajemen Aset Infrastruktur, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Email : dito.blackshadow@gmail.com